

VERGLEICHENDE STALLKLIMATISCHE UNTER-
SUCHUNGEN IN RINDERSTÄLLEN DES KREISES
LANDSBERG/LECH

Irnák O s s k ó

1967

Aus dem Institut für Tierhygiene der
Tierärztlichen Fakultät der
Universität München
Vorstand: Professor Dr. J. K a l i c h

VERGLEICHENDE STALLKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN
IN RINDERSTÄLLEN DES KREISES LANDSBERG/LECH

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Irénák Oskó

aus

Hegyfalu/Ungarn

München 1967

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. A. Herrlich

Referent: Professor Dr. J. Kalich

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juli 1967



REUTHER-DRUCK

M ü n c h e n 13, Ainmillerstraße 4

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. EINLEITUNG	1
B. SCHRIFTTUM	2
I. Stallbau	2
1) Lage und Größe des Stalles	2
2) Umfassungswände	4
3) Stallboden	5
4) Stalldecke	6
5) Fenster und Türen	7
6) Lüftung	10
a) Freie Lüftung	12
b) Zwangslüftung	15
II. Rinderhaltung	16
1) Anbindestall	16
a) Langstand	16
b) Kurzstand	17
c) Mittellangstand	19
2) Laufstall	19
a) Geschlossener Laufstall	20
b) Offener Laufstall	22
III. Stallklima	25
1) Temperatur	26
2) Luftfeuchtigkeit	28
3) Kohlendioxyd	31
4) Abkühlungsgröße und Luftbewegung	35
5) Licht	37

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	40
I. Untersuchungsgebiet	40
1) Landschaftsbild und Klima	40
2) Landwirtschaftliche Struktur und Viehhaltung	40
II. Material und Methodik	42
1) Allgemeines	42
2) Beschreibung der Geräte und Meßtechnik	43
a) Temperatur	43
b) Luftfeuchtigkeit	43
c) CO ₂ -Gehalt	44
d) Abkühlungsgröße und Luftbewegung	45
III. Untersuchungsergebnisse	46
1) Alter der Ställe	46
2) Baumaterial	47
a) Umfassungswände	47
b) Stalldecken	48
c) Stallböden	49
3) Größe der Ställe nach Bodenfläche	50
4) Größe der Ställe nach Rauminhalt	51
5) Viehbesatz	52
6) Luftraum pro GVE	53
7) Aufstellungsart	54
8) Fenster	54
9) Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche	55
10) Lüftungsanlagen	56
11) Temperatur	57
12) Luftfeuchtigkeit	58

	Seite
13) Kohlendioxyd	60
14) Abkühlungsgröße	62
15) Luftbewegung	64
IV. Besprechung der Untersuchungsergebnisse	65
D. ZUSAMMENFASSUNG	74
E. ÜBERSICHTSTABELLEN	82
F. LITERATURVERZEICHNIS	98

LEBENS LAUF

A. EINLEITUNG

Aus primitiven Urformen wurden durch jahrhundertelange züchterische Maßnahmen die Leistungstiere geschaffen, die wir heute haben. In dem Maße, in dem sich die Lebensweise der ursprünglich in freier Wildbahn lebenden Tiere änderte, verloren sie ihre Anpassungsfähigkeit.

Neben Erbanlagen, Fütterung und Pflege beeinflussen die stallhygienischen Verhältnisse die Leistungen der Tiere entscheidend. Es ist die Aufgabe der Hygiene, den Nutztieren ein optimales Stallklima zu bieten. Dadurch können die Erfolge der Züchtung erst voll ausgenutzt werden.

Lange Zeit wurde der Hygiene keine Bedeutung beigemessen. Obwohl durch Arbeiten der letzten 30 Jahre bewiesen wurde, daß eine optimale Stallhygiene von großem Einfluß auf Leistung und Gesundheit unserer Nutztiere ist, fand sie erst in jüngerer Zeit Beachtung.

Die Erkenntnisse der Wissenschaft haben aber keineswegs in gebührender Weise in der Praxis Eingang gefunden, was neue stallklimatische Untersuchungen beweisen.

So wurde mir im Rahmen der Arbeiten des Institutes für Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät München von Herrn Professor Dr. J. Kalich die Aufgabe gestellt, an Hand von stallklimatischen Untersuchungen in Rinderställen des Landkreises Landsberg/Lech aufzuzeigen, wie weit die stallhygienischen Verhältnisse den heutigen Anforderungen entsprechen.

B. SCHRIFTTUM

I. Stallbau

Die Weiterentwicklung unserer Rinderhaltung steht im Mittelpunkt unserer neuzeitlichen landwirtschaftlichen Produktion. Die intensive Viehhaltung hat viele neue Probleme beim Bau eines Stalles aufgeworfen, die noch einer Lösung bedürfen. Unsere technisierte Zeit bietet ständig neue bauliche Anregungen, jedoch exakte Angaben über optimale Bedingungen und eine entsprechende Planung der Tierunterkünfte sind der Praxis des landwirtschaftlichen Bauwesens noch zu wenig bekannt.

1) Lage und Größe des Stalles

Windrichtung und Belichtung sollten beim Bau eines Stalles immer berücksichtigt werden und zwar so, daß die schmälere Seite eines Stalles der Hauptwindrichtung zugekehrt ist. Sofern der Windschutz nicht durch entsprechende Standortwahl erreicht werden kann, empfiehlt es sich nach KLINCK und GRATZ (40), Bäume und Sträucher zu pflanzen. ZORN (81) hingegen ist der Ansicht, daß die Lage des Stalles arbeitswirtschaftlich der übrigen Hofanlage eingegliedert werden soll.

Nach CORDS-PARCHIM (10) ist die Südlage der Hauptfensterfront wichtig.

DINKHAUSER (13) empfiehlt für den Rindviehstall die Nord-Süd-Rich-

tung, weil dadurch zu starke Erhitzung oder Abkühlung des Stalles vermieden werden können und darüber hinaus der vorherrschende Westwind am vorteilhaftesten für die Lüftung des Stalles ausgenutzt werden kann. DAHMEN (11) und KÜNTZEL (42) legen nur allgemein Wert auf gute Beleuchtung des Stalles und der Stände für die Nachzucht. SIEBOLD und PRAHL (68) ziehen die Süd-Ost-Lage der Süd-West-Lage vor. KULKE (43) und GERSPACH (25) bevorzugen die Nord-Süd-Lage eines Stalles. Nach OBER (54) sind Windrichtung und Einfall der Sonnenstrahlen bei der Wahl der Stallage maßgebend, damit sich Wind- und Belichtungsverhältnisse möglichst vorteilhaft auswirken, da diese Faktoren des Außenklimas entscheidend für das Mikroklima des Stalles sind.

Was die Stallgröße betrifft, so hängt sie von der Anzahl der Tiere ab, wobei die Wärmeabgabe der Tiere berücksichtigt werden muß. Ein zu kleiner Stall ist grundsätzlich abzulehnen, aber auch ein im Verhältnis zur Anzahl der Großvieheinheiten zu großer Stall ist nicht von Vorteil, weil dadurch der Wärmehaushalt im Stall nicht gewährleistet werden kann. Aber in den Angaben über den optimalen Raumbedarf des Rindviehs gehen die Meinungen verschiedener Autoren auseinander. KLIMMER (39) und DAHMEN (11) verlangen $20 - 30 \text{ m}^3$ Stallraum/GVE. ROLLE (62) empfiehlt 20 m^3 Stallraum/GVE. STIETENROTH (70) betrachtet $18 - 20 \text{ m}^3$ Stallraum/GVE. als wünschenswert.

KALICH (33) vertritt die Auffassung, daß ein zu eng bemessener Stallraum, also ein überbelegter Stall, auf Tiergesundheit und Leistung

ungünstige Auswirkungen hat. Den Tieren muß genügend Raum zur Verfügung stehen, damit die nötige Bewegungsfreiheit gewährleistet und ausreichend Frischluft gesichert ist.

2) Umfassungswände

Für den Wärmehaushalt eines Stalles ist das Baumaterial von größter Wichtigkeit. Es muß genügend Witterungsschutz und optimale Wärmedämmung gewährleisten, denn durch entsprechenden Wärmeschutz soll eine zu den verschiedenen Jahreszeiten möglichst gleichbleibende Temperatur gesichert werden. Schlechte Wärmedämmung eines Baustoffes kann durch entsprechende Wandstärke kompensiert werden. Je poröser das verwendete Baumaterial ist, desto bessere Wärmedämmung ist zu erzielen.

Je nach Klima und Baumaterial fordert OBER (54) folgende Minstdicken bei Stallaußenwänden:

Klimalage	mild	mittel	rauh
Ziegel	36,5 cm	36,5 cm	49,0 cm
Hohlziegel	24,0 cm	30,0 cm	36,5 cm
Bimsbeton	20,0 cm	25,0 cm	30,0 cm
Kiesbeton	60,0 cm	75,0 cm	100,0 cm
Kalksandstein	36,5 cm	49,0 cm	62,0 cm
poröser Naturstein	75,0 cm	95,0 cm	120,0 cm

Es gibt allerdings weder ein Einheitsmaterial noch eine Einheitswandstärke, welche überall Geltung haben könnten. Wie aus der oben angeführten Tabelle zu ersehen ist, sind massive Natursteine und auch Schwerbeton für Stallwände wenig geeignet, da sie gute Wärmeleiter sind, also eine schlechte Wärmedämmung besitzen. In neuerer Zeit haben sich Ziegel- und Bims-hohlsteine für Stallwände gut bewährt und finden immer häufiger Verwendung.

OBER (54) empfiehlt als Besonderheit das Deltamauerwerk, das durch Versetzen der einzelnen Steine kleine Hohlräume einschließt und deshalb einen besonders großen Wärmeschutz bietet.

Der Innenputz soll schädigende Einflüsse der Stallluft auf das Mauerwerk abhalten. Dringt nämlich feuchte Luft in das Mauerwerk ein, so werden die Wände naß und leiten die Wärme um ein Vielfaches besser.

KALICH (34) verlangt bei der Verwendung von porösen Stoffen einen guten Außen- und Innenputz, die keine Feuchtigkeit ins Innere der Wand eindringen lassen. Eine verputzte Wand dient daneben vermehrt dem Wärmeschutz, da hierbei die Wärme erheblich mehr Widerstände überwinden muß, um nach außen zu gelangen.

3) Stallboden

Haupteigenschaft eines guten Stallbodens ist seine Wärmeisolation.

Nach KLIMMER (39), LAUFF (45) und OBER (54) soll der Boden fest, griffig, wasserundurchlässig und vor allen Dingen gut wärme-

dämmend sein. Ungünstig ist ein Beton- oder Zementfußboden im Bereich der Liegefläche. ZORN (81) verlangt für die Standplätze hartgebrannte Ziegel, Ziegelhohlsteine oder Harrizit. Nach DINKHAUSER (13) sind Harrizit, Steinit, Stallit, Holz und Hohlsteine am besten für die Liegefläche geeignet, da diese Materialien eine gute Wärmedämmung besitzen und so den Tieren nur wenig Wärme entziehen. Aus diesen Gründen empfehlen auch BRÜGGEMANN (6), GERSPACH (25), MALLY (46), JENTSCH (32) und HEINZE (28) die Verwendung von Harrizit und Ziegelstein als Bodenbelag für Tierstallungen.

Heute gibt es eine Reihe fabrikmäßig hergestellter Bodenbeläge aus porösem Material, die den Anforderungen entsprechen, jedoch für die Tiere schädliche Bestandteile enthalten können. So beobachtete HUSSEL (31) um 20 % verminderte Mastzunahmen und sogar Todesfälle durch im Bodenbelag enthaltene mittelchlorierte Naphtaline.

GERSPACH (25) berichtet über 50 % Aufzuchtverluste durch phenolhaltige Fußbodenplatten.

4) Stalldecke

Die Decke des Stalles soll nicht nur einer statischen Funktion dienen, sondern auch einen ausreichenden Wärmeschutz bieten.

Nach CORDS-PARCHIM (10) soll die Stalldecke eine um 25 % bessere Wärmedämmung bieten als die Außenwände. HUSSEL (31) fordert eine Wärmedämmwirkung, die die der Umfassungsmauern um 30 % übersteigt.

Unter der Decke befinden sich die wärmsten Luftschichten des Stalles, die, infolge Fehlens einer ausreichenden Wärmeisolation, durch schnelles Abkühlen großen Wärmeverlust verursachen können. Beton- oder Eisenbetondecken sind aus wärmetechnischen Gründen ungünstig und zeigen starke Schwitzwasserbildung. Von großer Wichtigkeit ist, daß die Decke nach oben mit einer Wärmedämmschicht versehen ist. Nach GERSPACH (25) läßt sich durch eine 1,5 m dicke Rauhfutterdecke Schwitzwasserbildung vermeiden.

Auch heute noch ist die Stalldecke ein umstrittenes Problem des Stallbaues. Auf der einen Seite steht die Forderung vieler Fachleute nach einer Holzdecke, auf der anderen Seite nach einer Massivdecke.

ROLLE (62) bezeichnet die Holzdecke als "Lunge" des Stalles. Auch ZORN (81) empfiehlt, vor allem wegen der guten Wärmedämmung, Holz als Deckenmaterial. Für die Holzbalkendecke sprechen sich auch OBER (54), DEUTSCH (12) und DAHMEN (11) aus, da diese zur natürlichen Lüftung des Stalles beiträgt. KLIMMER (39) und GERSPACH (25) sehen bei Massivdecken den Vorteil längerer Lebensdauer. Es können jedoch beide Baumaterialien empfohlen werden, wenn für zweckmäßige Konstruktion, gutes Material, Wärmeisolierung und ausreichende Lüftung gesorgt ist.

5) Fenster und Türen

Den Stallfenstern kommt eine große stallhygienische Bedeutung zu. Licht ist Voraussetzung für Reinlichkeit; daneben werden in fast allen

Ställen die Fenster zur Unterstützung der Lüftung herangezogen.

Welchen Einfluß das Sonnenlicht auf die Viehhaltung hat, ist vielen Landwirten bekannt. Das Sonnenlicht regt den Stoffwechsel an, wirkt vitaminbildend und belebt den ganzen Organismus. Das Sonnenlicht ist ein natürliches Desinfektionsmittel und "der Todfeind aller Krankheitserreger" (WEISS (79)). Aus Gründen des Wärmehaushaltes läßt sich die Gesamtfensterfläche nicht beliebig ausdehnen, denn wegen der hohen Wärmeleitzahl des Glases bedeuten die Fenster, besonders im Winter, einen hohen Wärmeverlust. OBER (55) empfiehlt deshalb, besonders für Ställe in rauen Klimazonen, Doppelfenster. Nach seiner Meinung sollten auf eine GVE nicht mehr als $0,5 \text{ m}^2$ Fensterfläche kommen.

Der Lichtwert eines Fensters ist von seiner Lage zur Himmelsrichtung abhängig. Südfenster gewährleisten die größte, Nordfenster die geringste Helligkeit.

DAHMEN (11) empfiehlt bei einreihiger Aufstallung die Anbringung der Fenster hinter den Tieren, bei zweireihiger Aufstallung möglichst nahe der Decke, unter Umständen auch seitliche Belichtung, so daß die Tiere nicht direkt vom Licht getroffen werden können. Fensterbänke sollen nach innen und außen in einem Winkel von 45° abfallen und das Schwitzwasser durch sogen. Tauschlitze nach außen ableiten. Die untere Fensterkante soll sich nach DAHMEN (11) über den Tieren befinden, damit diese nicht direkt der einströmenden

Luft ausgesetzt sind. Diese Forderungen ergeben, daß die Fenster die Form eines liegenden Rechteckes haben. Der Abstand des oberen Fensterrandes von der Decke erscheint mit 10 - 20 cm zweckmäßig.

Eine starke Schrägung der Fenster von oben und den Seiten bringt beträchtlich mehr Licht und Sonnenstrahlung. OBER (55) bevorzugt Fensterrahmen aus Lärchenholz, das weitgehend fäulnisbeständig ist. Eisen und Beton lehnt der Autor wegen geringer Wärmedämmfähigkeit ab.

Zur Glasart ist zu sagen, daß das gewöhnliche Fensterglas für ultraviolette Strahlen nicht durchlässig ist. Die speziellen Glasarten sind jedoch zu teuer, dünn und wenig haltbar. Drahtglas ist zwar gegen Beschädigungen widerstandsfähig, bedingt aber zu hohe Lichtverluste.

Sinnvoll angebrachte Türen können die Stallarbeit wesentlich erleichtern.

Ein Stall soll jedoch nach OBER (55) möglichst wenig Türen aufweisen. Für kleine Stallungen schlägt er eine Innentüre, durch die das Futter hereingebracht wird und eine Außentüre für das Mistausfahren vor.

ZORN (81) macht darauf aufmerksam, daß die Türen nicht an gegenüberliegenden Seiten des Stalles angebracht sein sollten, da bei gleichzeitiger Öffnung die Zugluft direkt die empfindlichen Körperteile der Tiere trifft.

Im allgemeinen sollen Türen nie größer als notwendig sein, da sie

sonst zu wenig Wärmeschutz bieten und eine richtige Be- und Entlüftung des Stalles erschweren.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Türen in der Mitte zu teilen und nach außen aufgehend anzuschlagen. Um Verletzungen der Tiere zu vermeiden, sollen die Türen mit abgerundeten Pfosten versehen und so breit sein, daß entweder nur ein oder zwei Tiere gleichzeitig passieren können. ROOTSHAUPT-HARTWIGK (63) empfehlen, vor Außentüren zur Vermeidung von Zugluft einen Vorbau anzubringen.

6) Lüftung

Aufgabe der Lüftung ist die Ableitung der verbrauchten und verunreinigten Stallluft und die Zufuhr von Frischluft. Nach STIETENROTH (70) ist ein Höchstmaß an Frischluft wesentlich für gutes Stallklima. Wenn die Frischluftzufuhr ungenügend ist, steigen CO_2 - und Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft an.

Das Problem der Lüftung spielt in den Sommermonaten nur eine untergeordnete Rolle, weil durch weit geöffnete Türen und Fenster für Frischluftzufuhr in den meisten Ställen ausreichend gesorgt werden kann.

Problematisch wird die Situation erst während des Winters, wo für die Tiere ein erträgliches Stallklima gesichert werden muß. Nach den heutigen Erkenntnissen wird pro Tier und Stunde eine Frischluftzufuhr von $60 - 100 \text{ m}^3$ verlangt. Bei einem geforderten Luftraum von 20 m^3 pro GVE muß also ein 3-5-maliger Luftwechsel pro Stunde erfolgen. Auf

die notwendige Stallwärme darf aber auf keinen Fall verzichtet werden. Nach STIETENROTH (71) ist es eine wesentliche Voraussetzung für ausreichende Lüfterneuerung, daß das Baumaterial der Stallwände genügend Wärmeschutz bietet, also der Wärmeverlust auf ein Minimum herabgesetzt wird. Nach SZKOROHOGYKO (77) müssen verschiedene Baumaterialien folgende Stärken haben, um gleiche Wärmedämmung zu erreichen:

Glasfaser	2 cm
Kunstfaser	5 cm
Furnier	7 cm
Holz	10 cm
Lehm	27 cm
Betonschaum	30 cm
Lochziegel	36 cm
Vollziegel	51 cm
Beton	75 cm
Natursteine	170 cm

Unter den meisten Landwirten herrscht die Meinung, daß durch eine intensive Lüftung der Stall zu viel Wärme verliert, weshalb sie dem Problem, mehr als bisher zu lüften, sehr skeptisch gegenüberstehen. Daß diese Ansicht falsch ist, hat ROLLE (62) bewiesen. Er untersuchte drei gleich große und gleich besetzte Stallungen mit verschiedenen

Entlüftungseinrichtungen. Ein Stall hatte eine Rahmenventilation, der zweite eine Schachtventilation, der letzte Stall besaß keine Lüftungsanlage. Interessanterweise fand der Autor in dem Stall mit Rahmenventilation einen Wärmeverlust von 18 % bei 4-maligem Luftwechsel. In dem Stall mit Schachtventilation betrug der Wärmeverlust 49,5 % bei 2,6-maligem Luftwechsel und im Stall ohne Ventilation 72 % bei 1,1-maligem Luftwechsel. ROLLE (62) bewies damit, daß der Wärmeverlust eines Stalles auf ein Minimum herabgedrückt wird, wenn die zugeführte Frischluft durch die abgeführte Stallluft vorgewärmt wird.

Unterschieden wird zwischen freier Lüftung, auch Schwerkraftlüftung genannt, und Zwangsventilation (mechanische Lüftung).

a) Freie Lüftung

Die einfachste Art der Lüftung ist die natürliche Ventilation, die auf dem unterschiedlichen spezifischen Gewicht von warmer Stall- und kalter Außenluft beruht. Unterstützt wird sie durch den Druck oder die Saugkraft der Luftströmungen außerhalb des Stallgebäudes. Der Wind übt einen Druck auf Wände, Türen und Fenster aus, durch deren Undichtigkeiten die Luft in den Stall hineingepreßt wird. Der Wind ist aber eine unzuverlässige Kraft. Da er häufig Richtung und Geschwindigkeit ändert, kann der Luftwechsel im Stall nicht kontrolliert und reguliert werden. Ein weiterer Nachteil ist, daß die kalte, nicht vorgewärmte Luft direkt auf die Tiere treffen kann.

DAHMEN (11) und MÄRKER (47) sehen nur diese Art der Ventilation als natürliche Lüftung an.

Bei der Lüftung nach dem Prinzip der Schwerkraft nützt man das größere spezifische Gewicht der kalten Außenluft gegenüber der wärmeren Raumlufte aus. Durch Verdrängung der wärmeren Stallluft nach oben wird so eine Luftbewegung bewirkt. Mit zunehmender Temperaturdifferenz und mit steigender Höhe der warmen Luftschicht nimmt durch den Gewichtsunterschied die Druckdifferenz und somit die Geschwindigkeit in den Luftleitungen zu. Nach OBER (54) entspricht die Schwerkraftlüftung, wenn sie richtig berechnet und konstruiert wird, am ehesten den heutigen Anforderungen.

Die einfachste Möglichkeit zur Lüfterneuerung im Stall stellt die Fensterlüftung dar. Eine Lüftung durch Fenster und Türen macht im Sommer keine besonderen Schwierigkeiten. Im Winter besteht die Gefahr, daß sich kalte Zugluft auf die Tiere gesundheitsschädigend auswirkt. In neuerer Zeit hat die Industrie eine Reihe von Kippfenstern und Pendellüftern entwickelt, durch die Zugluft vermieden werden soll.

Häufig werden in die Umfassungsmauern des Stalles für die Luftzufuhr Öffnungen eingebaut. Diese Luftlöcher verlaufen horizontal oder schräg in der Wand. Vereinzelt beginnen sie in Bodennähe an der Außenwand, verlaufen als Kanäle innerhalb der Mauern und münden unter der Decke in den Stall. Bei dieser Einrichtung fand TRAUB (78) nie eine ausreichende Lüftung, weil ihr Ventilationseffekt zu sehr vom Wind abhängig

ist. DAHMEN (11) stellt fest, daß bei direkt nach außen führenden horizontalen Lüftungskanälen die an der Wand herabströmende kalte Luft Kondenswasserbildung verursacht.

Einen besseren Lüftungseffekt kann man mit der sogenannten horizontalen Ventilation erzielen. Hier wird über Zuführungskanäle in der Decke Luft in den Stall geleitet. Auf diesem Prinzip beruht auch die von MIESSNER (51) empfohlene Sieck'sche Deckenventilation, wobei die Luftzufuhr durch breite Kanäle erfolgt, die zwischen den Deckenbalken verlaufen und durch feine Schlitze die Frischluft in den Stall eintreten lassen. Infolge Abhängigkeit von Windstärke und Windrichtung können Lüftungen dieser Art den erforderlichen Luftaustausch nicht voll gewährleisten und sind daher nicht zu empfehlen. Die Vertikallüftung, ebenfalls auf dem Temperaturgefälle zwischen Innen- und Außenluft beruhend, leistet bessere Dienste. Durch einen Dunstkamin, dessen Länge mindestens das Doppelte der Stallhöhe betragen soll, entweicht die verbrauchte und warme Stallluft nach außen. Für gutes Funktionieren ist wichtig, daß der Abzug mindestens 60 cm über den Dachfirst hinausragt. Der über den First hinausragende Teil des Kamins muß gut isoliert sein, um Kondenswasserbildung zu verhindern. Die Frischluft gelangt durch die überall vorhandenen Undichtigkeiten an Türen, Fenstern und Mauerwerk in den Stall. FRANK (22) spricht von einer kombinierten Lüftung, wenn die Systeme der horizontalen und vertikalen Lüftung gemeinsam angewandt werden. Hierher gehört auch das Kinnel- und Muir-System, bei dem der Luftschacht durch Aufteilung in getrenn-

te Schlotte die Zu- und Abfuhr der Luft bewirken soll. Der früher schon bekannte und von STIETENROTH (70) empfohlene Wärmeaustauscher ist eine weitere Art der Lüftung. Es handelt sich um eine Lüftungseinrichtung, die mittels Ventilation den kalten Zuluftstrom in dünnwandigen Kanälen an dem Warmluftstrom der Abluft vorbeiführt.

b) Zwangslüftung

Elektrolüftungsanlagen garantieren ein Höchstmaß an Frischluft und sind unabhängig von der Witterungslage. An sehr kalten Tagen muß jedoch darauf geachtet werden, daß keine Unterkühlung des Stalles entsteht.

Die Ventilatoren können entweder zum Absaugen verbrauchter oder zur Zufuhr frischer Luft verwendet werden. Empfehlenswert ist der Einbau einer automatischen Regelung in Form eines Thermo- oder Hygrostaten, um die Anlage von menschlicher Bedienung unabhängig zu machen. Trotz laufender Betriebskosten sind diese Anlagen sehr zu empfehlen.

II. Rinderhaltung

Bei der Rinderhaltung werden drei Nutzungsrichtungen unterschieden: Züchtung, Milch- und Fleischleistung. Um eine bestimmte Leistung zu erreichen, muß aber dafür gesorgt werden, daß die für die geforderte Leistung notwendigen Lebensbedingungen geboten werden: Zweckmäßige Fütterung, Pflege und gesunde Unterbringung der Tiere. In der heutigen Rindviehhaltung unterscheidet man grundsätzlich zwei Haltungssysteme:

1) Anbindestall als Flachstall

2) Laufstall als Tiefstall

1) Anbindestall

Der Anbindestall soll nach MARSCHALL und WÜRZ (49) folgenden Ansprüchen genügen:

Bequeme und nicht gesundheitsschädliche Aufstallung, reines, trockenes und warmes Lager, hygienische Milchgewinnung;

Mist- und Jauchegewinnung müssen so geregelt werden, daß die Tiere mit ihren Ausscheidungen möglichst wenig in Berührung kommen und die Stallluft nicht verunreinigt wird.

a) Langstand

Der Langstand ist die älteste Standform, sie findet aber in den neuen Stallungen heute kaum mehr Verwendung. Die Standlänge beträgt 2,50 m - 3 m. Durch die leicht abfallende Standplatzfläche - wobei

das Fehlen einer Kotstufe charakteristisch ist - bietet er den Tieren ausreichend Bewegungsfreiheit. Der Harn- und Kotabsatz erfolgt auf den Standplatz, infolgedessen verschmutzen die Tiere auch bei reichlicher Einstreu stark. Eine hygienische Milchgewinnung nach heutigem Maßstab ist nicht gewährleistet. Ställe mit Langstand werden deshalb als Vorzugsmilchbetriebe nicht zugelassen. Wegen des bequemen Lagers wird der Langstand heute nur noch für Abkalbeställe empfohlen.

b) Kurzstand

Der Kurzstand hat als Aufstallungsform innerhalb des Anbindestalles in den letzten Jahren große Bedeutung erlangt. Die bauliche Anordnung beim Kurzstand ist so gestaltet, daß die Krippe als Liegefläche mit ausgenutzt wird. Die Standfläche des Kurzstandes entspricht im allgemeinen der Länge des Tieres, beträgt also je nach Alter und Rasse 1,50 - 1,70 m, so daß der Stand gerade noch zum Stehen ausreicht. Nach hinten ist der Standplatz durch eine 20 cm tiefe Kotstufe begrenzt, auf die zwangsweise gemistet werden muß. Dadurch werden Kot und Jauche vom Stand ferngehalten und die Verschmutzung der Tiere wird weitgehend vermieden. Besondere Anbindevorrichtungen verhindern ein Zurücktreten der Tiere. Verwendung finden einfache und doppelte Ketten, die Zweitrogendenketten mit Gleitbügel und Ringen, sowie die Grabner-Halskette mit Eisenbügel oder Halsrahmen, die an einem 1,80 m hohen Eisengerüst befestigt sind. Die letztgenannte Anbindevorrichtung wird von ZORN und OBER (82) empfohlen.

Für die Kurzstand-Aufstallung ist charakteristisch, daß die Tiere in ihrer Bewegungsfreiheit weitgehend eingeschränkt werden, um die Liegefläche sauber zu halten. Nach OBER (54) hat diese Standart folgende Nachteile: Geringe Bewegungsfreiheit der Tiere, Gefahr der Beinverletzung an Krippe und Kotstufe, gehäuftes Auftreten von Aufliegeschäden, Euterverletzungen und Vorfälle.

GERSPACH (25) verweist den Kurzstand aus den Zuchtställen. Der Kurzstand hat wegen seiner vielen Nachteile nur Gültigkeit in einstreuarmer Gegenden und Weidegebieten.

EICHHORN (16) berichtet über die zunehmende Einführung dieser Aufstallungsart vorwiegend aus arbeitswirtschaftlichen Gründen. So wurden in Süddeutschland in der letzten Zeit Kurzstand-Anbindeställe überwiegend mit Schwemmentmistungsanlagen gebaut, und zwar mit Staurinnen unter Gitterrosten. Hier empfiehlt EICHHORN (16) auch die genaue Anpassung der Stand- an die Tierlänge. Extreme Verkürzungen der Standplatte - etwa auf 1,30 m für Kühe - zwingen die Tiere, dauernd auf dem Rost zu stehen, was zu Klauenschäden führt. Bei dieser Aufstallung ist der Übergang vom Stand auf den Rost stufenlos gestaltet. Eine befriedigende Konstruktion des Rostes ist bis heute noch nicht gefunden. Grundsätzlich sollte bei Schwemmentmistung ohne Einstreu gearbeitet werden. Die Liegefläche muß deshalb besonders gut wärmeisoliert sein. Die nachträgliche Verwendung von Gummimatten hat sich nicht bewährt.

c) Mittellangstand

Diese Standform ist am weitesten verbreitet und vereinigt die Vorzüge des Lang- und Kurzstandes, ohne gleichzeitig auch deren Nachteile einzuschließen.

Der Mittellangstand erweist sich mit 2,00 - 2,20 m als ausreichend lang. Die hintere Begrenzung bildet eine 20 cm tiefe Kotstufe mit anschließender Kotplatte. Vorne ist der Standplatz mit einem verschließbaren Freßgitter versehen. Dadurch misten die Tiere nur während der Futterzeit auf die Standfläche. Da außerdem die Stallarbeiten während der Fütterungszeit erfolgen, läßt sich eine Verschmutzung der Tiere weitgehend vermeiden, und auch bei geringer Einstreu wird größere Sauberkeit erreicht. Diese Form der Aufstallung ist für den Anbindestall als ideal zu bezeichnen.

2) Laufstall

In der Landwirtschaft, besonders auf dem Gebiet der Viehzucht, ist ein immer größer werdender Arbeitermangel zu verzeichnen. Diese Erscheinung veranlaßte die Fachleute, nach arbeitssparenden Formen der Viehhaltung zu suchen. Daneben stand die Forderung, den Tieren natürliche Lebensbedingungen zu schaffen, um Widerstandskraft, Langlebigkeit, Gesundheit und Leistung zu erhöhen.

Schon um die Jahrhundertwende wurde "die natürliche Haltung" der Tiere gefordert. Obwohl sich Fachleute schon im Jahre 1928 mit

diesem Problem beschäftigten, setzte sich die neue Stallhaltung, der sogen. Laufstall, erst ab 1950 allmählich durch. Bei uns sind HECKL (27), OBER (54), OHL (56), ZORN (81) u. a., in Österreich AMSCHLER (2) die ersten Verfechter der neuen Stallform geworden. Diese Haltungsform findet in der ganzen Welt Verwendung.

Der Laufstall kann geschlossen oder offen gebaut werden. Beiden Formen gemeinsam ist, daß die Tiere sich auf einer begrenzten Fläche frei bewegen können. An weiteren Vorteilen bringt diese Haltungsart geringeren Arbeitsaufwand und um etwa 40 % niedrigere Baukosten gegenüber Massivställen. Unbedingt gefordert werden müssen Enthornung der Tiere, getrennter Melkstand und Abkalbestall.

a) Geschlossener Laufstall

Der geschlossene Laufstall bietet den Tieren größtmöglichen Schutz vor Witterungseinflüssen und in Bezug auf Bewegungsfreiheit natürliche Lebensbedingungen. Diese Stallform erfordert viel Einstreu, da hier das Ausmisten entfällt und deshalb täglich in genügenden Mengen frisch eingestreut werden muß. Durch den sich täglich mehrenden Mist wird das Stallklima ungünstig beeinflusst. KLIMMER (39) hat bei dieser Aufstellungsart Bedenken wegen unhygienischer Milchgewinnung. Bei reichlicher Einstreu (10 - 15 kg Stroh pro Kuh und Tag), ständiger Pflege des Laufstalles und Einrichtung eines Melkstandes, dürften sich jedoch diese Bedenken erübrigen.

Besitzer von Milchviehlaufställen betonen das leichtere Aufnehmen und Abkalben der Kühe. Ein Abkalbestand ist zu empfehlen, um das Abkalben auf der Lauffläche zu vermeiden. In Gegenden mit überwiegender Grünlandwirtschaft wird diese Stallform jedoch kaum zu verwirklichen sein, da sich durch den Ankauf der erforderlichen Strohmenngen erhebliche Verteuerungen ergeben.

Um Einstreu zu sparen, wurde vor etwa 12 - 15 Jahren in Norwegen der sogen. Spaltenboden für Laufställe entwickelt. In diesen Laufställen ist die gesamte Bodenfläche mit Balken ausgelegt, zwischen denen bis zu 4,5 cm breite Spalten bleiben. Kot und Harn fallen durch diese Spalten hindurch oder werden durch den Tritt der Tiere in die darunterliegende Grube befördert. Weder Spaltenboden noch Tiere werden geputzt. Der Vollspaltenbodenlaufstall hat sich jedoch aus folgenden Gründen nicht bewährt: Starke Verschmutzung der Rinder, Verletzungsgefahr an Zitzen und Klauen, gesundheitliche Schäden durch vermehrte Wärmeableitung und dadurch Leistungsrückgang. Um Abhilfe zu schaffen, wurden eingestreute Liegeboxen eingerichtet. Der Bedarf an Stroh beträgt 3 - 4 kg je Tier und Tag. Für die Boxengröße empfiehlt EICHHORN (16) 1,80 - 2,00 m Länge und 1,00 - 1,10 m Breite je nach Alter und Rasse der Tiere. Um ein Querstehen der Tiere zu verhindern, empfiehlt der Autor Standbegrenzungen am Freßplatz. EICHHORN und SEDLMEIER (17) raten, das Niveau der Liegefläche gegenüber dem übrigen Stallboden um 25 - 30 cm zu erhöhen, um die Tiere daran zu hindern, die Boxen rückwärts zu betreten.

STUMPF (73) rät wegen Sprunggelenksverletzungen von der Anbringung einer Stufe ab.

Wichtig erscheint die Lösung der Lüftungsfrage in Spaltenbodenställen. Die Ansammlung des Mistes unter dem Spaltenboden wirkt große hygienische Probleme auf. Besonders das Umrühren des Mistes verschlechtert das Stallklima erheblich. Wird im gleichen Raum gemolken, so ergeben sich milchhygienische Schwierigkeiten. Ventilatoren, evtl. mit einem bis über das Dach geführten Luftschacht, können Abhilfe schaffen.

b) Offener Laufstall

Diese Stallart, auch kurz Offenstall genannt, entspricht weitgehendst der natürlichen Lebensweise der Rinder. Eine ganzjährige Öffnung des Stalles ermöglicht den Tieren einen freien Auslauf. Bewährt hat sich die Öffnung des Stalles nach der Südseite.

Diese Stallform läßt sich auch in stroharmen Betrieben einrichten, da als Einstreu nicht mehr als 5 kg pro Tag und GVE benötigt werden. Voraussetzung für eine Offenstallhaltung ist, daß die Tiere im Frühjahr in zugluftfreien Schuppen langsam daran gewöhnt werden. Eine völlige Anpassung ist erst nach einigen Jahren beendet. WITZEL (80), FÖRSTER (21) und HESS (29) berichten, daß Milchkühe Temperaturen bis zu -20°C bei annähernd gleichen Futtermengen ohne gesundheitliche Schäden und Absinken der Milchleistung vertragen.

Auf Anregung und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landwirtschaftliche Bauforschung in Volkerode wurden in vielen Teilen des

Bundesgebietes Offenstallungen angelegt. STEINMETZ (69) berichtet in diesem Zusammenhang, daß sich diese Stallform durchwegs bewährt hat. In den starken Kälteperioden des Winters konnten keine Nachteile beobachtet werden. Auch SCHROPP und LOHNER (66) konnten bei Versuchen auf dem Veitshof bei niedrigen Temperaturen keinen Rückgang in der Leistung der Tiere feststellen.

Das Abkalben bei -13°C erfolgte ohne Schwierigkeiten. Die Erfahrungen von ZORN (81) in der Landesanstalt für Tierzucht in Grub gehen dahin, daß die Offenstallung besonders auf die Aufzucht der Jungtiere einen günstigen Einfluß hat. KÜBITZ (44) kommt bei seinen Beobachtungen zu den gleichen Ergebnissen. Größere Gewichtszunahme, Brusttiefe und Brustbreite sind bei dieser Haltung hervorstechende Merkmale. Seiner Ansicht nach kann diese Stallhaltung für Jungrinder ohne jede Einschränkung empfohlen werden. Für Kälber sei diese Haltungsart zwar möglich, aber nicht unbedingt vorteilhaft.

SCHÄFFER (64) beschrieb einen sogen. Frischluftstall, der über 12 Jahre in Betrieb war und sich zu jeder Jahreszeit mit besten Leistungen ausgezeichnet hat. BINKERT (3) berichtet ebenfalls von günstigen Erfahrungen, die mit Rinder-Offenställen gemacht wurden und weist darauf hin, daß sich besonders für Jungtiere niedrige Temperaturen günstig auswirken. SCHLOSSMANN (65) meldet im Hinblick auf hygienische Milchgewinnung Bedenken an. Nach der Meinung von KLEVER (38) ist für Milchvieh ein nach modernen Gesichtspunkten erbauter Anbindestall einem Offenstall vorzuziehen.

Nachstehend seien die von FÖRSTER (20) genannten Vor- und Nachteile der Offenstallhaltung zusammengefaßt: Gesundes Vieh mit größerer Lebensdauer, geringere Baukosten durch leichtere Gebäude und billigere Stalleinrichtungen, Arbeitsvereinfachungen durch Verringerung und Erleichterung der wichtigsten Stallarbeiten wie Füttern, Entmisten und Melken, einfachere Planung und bessere Verwendungsmöglichkeit vorhandener Gebäude, besonders von Scheunen, bessere Dungqualitäten.

Diesen nicht unbeachtlichen Vorteilen stellt der Autor folgende Nachteile gegenüber:

Die Tiere stehen im Winter zu kalt, die Leistungen fallen, der Futterverbrauch ist zu hoch, die Einzelfütterung wird sehr erschwert und bei Frost gefrieren Saftfutter und Rüben, die notwendigen Einstreuungen sind zu hoch und stehen nur wenigen Betrieben zur Verfügung, der erforderliche Raum wird zu groß, da ein sich frei bewegendes Tier mehr Platz braucht, somit ergeben sich keine Baukosteneinsparungen; die Verletzungsgefahr für die Tiere ist größer.

III. Stallklima

Jeder Stall hat sein eigenes Klima, das innerhalb des Großklimas als Insel mit veränderten Faktoren zu betrachten ist. Unsere Haustiere verbringen den größten Teil ihres Lebens in dieser klimatisch von der Außenwelt differierenden Umgebung. Ein Maß für die Zuträglichkeit solcher veränderter Lebensbedingungen ist die Gesundheit der Tiere.

Das Problem der Stallklimatisierung spielt in den Sommermonaten nur eine untergeordnete Rolle, weil durch weit geöffnete Türen und Fenster ein fast vollständiger Ausgleich mit dem Außenklima herbeigeführt werden kann. Problematisch wird die Situation während der kalten Jahreszeit, besonders wenn Wärmeschutz und Wärmehaushalt nicht den Anforderungen entsprechen. Die Arbeiten Pettenkofers, die sich mit dem Klima von Wohnräumen befassen, gaben Anlaß, die stallklimatischen Verhältnisse zu erforschen und ihre Bedeutung für Gesundheit und Leistung der Nutztiere aufzuzeigen.

Die wichtigsten Faktoren des Stallklimas sind folgende:

- 1) Temperatur
- 2) Luftfeuchtigkeit
- 3) Gehalt an Gasen, besonders an CO_2
- 4) Abkühlungsgröße und Luftbewegung
- 5) Licht

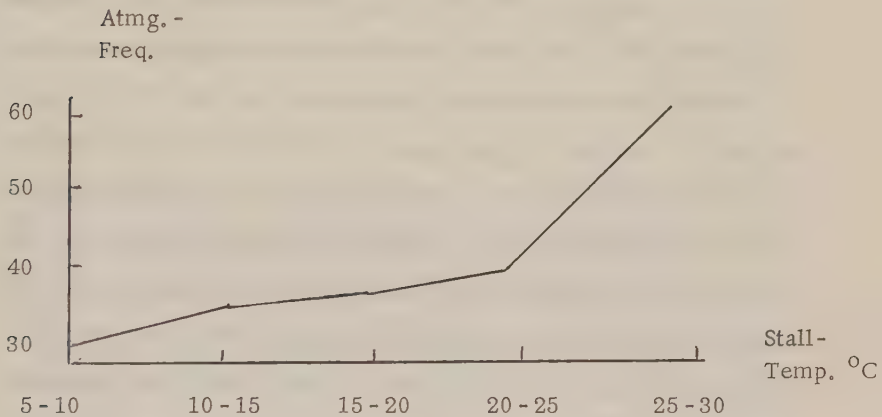
1) Temperatur

In älteren Lehrbüchern wird für Ställe ein Temperaturoptimum gefordert, das um $1 - 2^{\circ}\text{C}$ unter der Temperatur für Wohnungen liegt. Neuere Versuchsergebnisse zeigen aber, daß die Tiere sich offensichtlich bei niedrigeren Temperaturen wohler fühlen. Wird das Rind in sehr engen Temperaturgrenzen gehalten, so nehmen wir ihm die Voraussetzungen, seine wärmeregulierenden Fähigkeiten zu entfalten, wodurch Blutkreislauf, Atmung und Funktion der Ausscheidungsorgane leiden. Die Widerstandskraft wird herabgesetzt. Bei Änderung der gewohnten Temperatur sind die Leistungen der Tiere starken Schwankungen unterworfen.

Über die Höhe der optimalen Stalltemperaturen besteht unter den einzelnen Autoren keine einheitliche Meinung. So weichen die Forderungen stark voneinander ab. Sie reichen von mindestens 7°C (STIETENROTH (70)) bis 18°C (FELIX-HUG (19)). DAHMEN (11) fordert eine durchschnittliche Temperatur für Rinder von 16°C . ROLLE (62) gibt für Rußland $7 - 14^{\circ}\text{C}$ als optimal für Rinder an. KLIMMER (39) empfiehlt Temperaturen zwischen $12,5 - 17,5^{\circ}\text{C}$.

SZKOROHOGYKO (77) hat in dem landwirtschaftlichen Forschungsinstitut in Vologda Versuche durchgeführt, bei denen sich zeigte, daß bei raschem Temperaturanstieg, aber auch bei längerem Fortbestehen von Temperaturen um 30°C , die Wärmeregulation der Tiere diesen veränderten Verhältnissen nicht folgen konnte, d.h. die Wärmeabgabe

nicht ausreichend war, wodurch Puls, Atmung und Körpertemperatur stiegen. Die von dem Autor beobachtete Abhängigkeit der Atmungsfrequenz von der Temperatur ist in der folgenden Zeichnung wiedergegeben:



Zu dem Ergebnis, daß die Futteraufnahme der Tiere bei Temperaturen über 25°C sehr rasch nachläßt, kamen SZEP und LAMI (76) bei Versuchen mit Mastrindern. Weitere Versuche zeigten, daß bei Temperaturen zwischen 25 - 30°C die Tiere eine innere Körpertemperatur bis 41,6°C erreichten. Daneben traten stark beschleunigte Atmung, Pulssteigerung und komatöse Zustände auf.

SZKOROHOGYKO (77), SZEP und LAMI (76) beobachteten, daß Tiere, welche anormal hohen Temperaturen ausgesetzt waren, erst 8-10 Tage

nach Einstellung von normalen Temperaturen Appetit bei der Futteraufnahme zeigten. Weiterhin konnte BRODY (4) feststellen, daß das Rind Kälte besser verträgt als Hitze. Nach KIBLER und BRODY (36) liegt die thermisch neutrale Zone bei laktierenden Holstein- und Jersey-Kühen zwischen 4 und 15⁰ C. BROOKS und HAYS (5) konnten durch ihre langjährigen Versuche zeigen, daß bei steigender Temperatur der Fettgehalt der Milch sank. EHRENBERG und BRIESE (15) prüften ebenfalls den Einfluß tiefer Temperaturen auf die Milchleistung und stellten fest, daß Temperaturen bis 0⁰ C keinen meßbaren Einfluß auf die Milchleistung ausüben. Ein Rückgang der Milchleistung konnte bei einer Temperatur von -5⁰ C beobachtet werden, wobei der Unterschied ca. 5 % betrug. SCHROPP und LOHNER (66) konnten bei ihren Versuchen keinen negativen Einfluß niedriger Stalltemperaturen, weder auf die Milchleistung, noch auf den Fettgehalt der Milch, ermitteln.

2) Luftfeuchtigkeit

Einer der wichtigsten stallklimatischen Faktoren ist der Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft. Neben der Temperatur übt die Luftfeuchtigkeit einen bedeutenden Einfluß auf Gesundheit und Leistung der Tiere aus. Die Luftfeuchtigkeit des Stalles setzt sich zusammen aus der Wasserdampfabgabe der Tiere durch Atmung und Haut, der Feuchtigkeit der Außenluft, der Verdunstung der Exkremente,

der Verdunstung des bei Stallreinigungsarbeiten verwendeten Wassers, der Bodenfeuchtigkeit und

der Verdunstung des Futters (Silo) und nasser Einstreu.

Die von den Rindern erzeugte Wasserdampfmenge pro Tag und GVE beträgt nach KULKE (43) 7,2 Liter, nach SZEP und LAMI (76) erzeugen 500 kg Lebendgewicht pro Stunde 400 g.

Nach Berechnungen von CAMMERER (8) nimmt eine Stallwandfläche von 1 m^2 während der Wintermonate pro Stunde 5,4 g Wasser auf.

Durch Diffusion und Abgabe an die äußere Luft sind die Stallwände außerdem fähig, weitere 4,7 g Wasser aufzunehmen, ohne daß es zu Kondenswasserbildung auf den Rauminnenflächen kommt. Hohe Luftfeuchtigkeit wirkt sich nicht nur auf die Gesundheit der Tiere nachteilig aus. CAMMERER (8) und STIETENROTH (72) betonen, daß hohe Luftfeuchtigkeit starken Wärmeverlust hervorruft. Eine Durchfeuchtung von Stallwänden und -decken bedingt eine hohe Wärmeleitzahl und somit schlechte Isolation. Nicht unerwähnt bleiben darf der ungünstige Einfluß auf das Baumaterial.

Über die Höhe des zu fordernden relativen Feuchtigkeitsgehaltes der Stallluft gehen die Angaben verschiedener Autoren auseinander. TRAUB (78) sieht für die Sommermonate 40 - 70 % rel. Feuchte als erträglich an. OBER (54) ist der Meinung, daß eine relative Feuchte von 80 % während der Wintermonate zulässig und eine solche von 70 % kaum zu erreichen ist. Auch ROLLE (62) gibt als günstigsten Feuchtig-

keitswert 40 - 70 % an. CORDS-PARCHIM (10) fordert bei Stalltemperaturen von

+ 8 ^o C	85 % rel. Feuchte
+ 10 ^o C	80 % rel. Feuchte
+ 12 ^o C	80 % rel. Feuchte
+ 14 ^o C	75 % rel. Feuchte
+ 16 ^o C	70 % rel. Feuchte

SYBEL und OBER (75) lassen 70 % als Höchstgrenze gelten. SÜPFLE und HOFMANN (74) stellen die gleichen Forderungen, verlangen aber bei höheren Temperaturen (20^o C) eine geringere Feuchtigkeit (40 %) und bei niederen Temperaturen (16^o C) eine höhere (60 - 70 %).

Diese Werte sind jedoch in der Praxis schwer zu erreichen. MEISSNER (50) fand selbst bei vorzüglichen Stallungen immer einen hohen Feuchtigkeitsgehalt (76 - 85 %). FRANK (22) fand bei seinen Untersuchungen einen Durchschnitt von 88 % relativer Feuchte. FÄRBER (18) kommt mit 88 % relativer Feuchte im Durchschnitt zum gleichen Ergebnis.

In der folgenden Tabelle sind die Forderungen von SZKOROHOGYKO (77) hinsichtlich Temperatur und relativer Feuchte zusammengefaßt.

Stallart	Erforderl. Temp.	Niedrigste Temp. im Winter	Relative Luftfeuchte
Kuhstall	8 - 10°C	4°C	75 - 80 %
Jungviehstall	6 - 10°C	4°C	80 %
Kälberstall	8 - 12°C	10°C	80 %

Der Autor ist der Meinung, daß bis zur Verwirklichung dieser Forderungen in der Praxis noch ein langer Weg zurückzulegen sei. SZEP und LAMI (76) fordern zur Schonung der tierischen Gesundheit und Erhaltung der Ställe eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 - 85 %, was durch Lüftung erreicht werden soll. Diese Werte sind aber nur dann zu erreichen, wenn eine Frischluftzufuhr von 50 - 90 m³ pro Stunde und GVE gesichert ist.

3) Kohlendioxyd

Die Kohlendioxydkonzentration der Stallluft ist für die Stallhygiene ein Maß für die Luftverschlechterung, da parallel zur CO₂-Anreicherung auch der Gehalt an anderen unerwünschten Gasen ansteigt.

Die Außenluft hat einen ziemlich konstanten Kohlendioxydgehalt von 0,03 %. Die Ausatemluft der Tiere enthält 4 % CO₂. Die CO₂-Ausscheidung beträgt stündlich beim

Pferd	300 ml je kg Körpergewicht
Rind	320 ml je kg Körpergewicht
Schwein	336 ml je kg Körpergewicht

Die Stallluft ist also eine Mischung von Außenluft, Exspirium der Tiere, Gasen des Verdauungsapparates und Gasen der verschiedenen Verwesungsprozesse. Ihr Sauerstoffgehalt weicht kaum von dem Sauerstoffgehalt der Außenluft ab, ihr Kohlendioxydgehalt dagegen kann die zehnfache Konzentration der Außenluft erreichen.

Der Sauerstoffgehalt in Rinderstallungen schwankt in den Wintermonaten nach Messungen von SZKOROHOGYKO (77) zwischen 19,64 und 20,71 % und weicht damit vom Sauerstoffgehalt der Außenluft nur geringfügig ab.

Nach OBER (54) ist der Einfluß eines höheren CO_2 -Gehaltes der Stallluft auf die Gesundheit der Tiere so gut wie unerforscht.

SZKOROHOGYKO (77) führte Untersuchungen an Kühen durch und fand, daß ein Anstieg des CO_2 -Gehaltes in der Stallluft auf 0,5 % weder die Atmungs- und Pulsfrequenz noch die Wärmeerzeugung steigert. Steigt der CO_2 -Gehalt auf 1 %, so ist bei Laboratoriumstieren eine beschleunigte, später erschwerte Atmung zu beobachten. Bei 1 - 4 % CO_2 und längerer Einatmung erfolgt eine Anreicherung in Blut und Gewebe. Ein Gehalt von 10 % CO_2 in der Atemluft verursacht bei diesen Tieren erschwerte Atmung. Ein Anstieg auf 25 % bewirkt eine schnelle Narkose. Eine Konzentration von 50 % wirkt meist tödlich. Nach SZKOROHOGYKO (77) ist ein Anstieg des CO_2 -Gehaltes der Stallluft bis zu schädigenden Konzentrationen kaum zu befürchten.

Der CO_2 -Gehalt der Luft kann nach folgenden Methoden bestimmt

werden:

1) Verfahren nach Pettenkofer: In eine mit der zu untersuchenden Luft gefüllte 5-Liter-Flasche wird eine bestimmte Menge Barytwasser bekannter Konzentration gefüllt. Nach mehrmaligem, kräftigen Schütteln verbindet sich die Kohlensäure der Luft mit dem Bariumhydroxyd zu Bariumkarbonat. Dadurch vermindert sich die Alkalität des Barytwassers in Abhängigkeit von der Menge der absorbierten Kohlensäure.

Diese Alkalitätsverminderung wird titrimetrisch ermittelt und aus dem Ergebnis die Menge der absorbierten Kohlensäure berechnet.

2) In letzter Zeit werden immer häufiger CO_2 -Messungen mit dem Draeger'schen Gasspürgerät durchgeführt, mit dem der Gehalt der Luft an verschiedenen Gasen gemessen werden kann (Beschreibung siehe Methodik). Dieses Gerät ermöglicht ein schnelles und einfaches Messen. Der CO_2 -Gehalt der Stallluft verteilt sich unregelmäßig. Konzentrationsunterschiede treten weniger in horizontaler als vielmehr in vertikaler Richtung auf. Obwohl das spezifische Gewicht von CO_2 größer ist als das der Luft, findet sich das Gas vermehrt im Raum unter der Stalldecke, da es zusammen mit der erwärmten Expirationsluft aufsteigt und eine Entmischung erst später stattfindet.

Zum CO_2 -Gehalt im Stall äußern sich verschiedene Autoren wie folgt:

MÄRKER und SCHULZE (48) bezeichnen Luft mit einem CO_2 -Gehalt von 0,25 - 0,30 % als gut, mit über 0,30 % als verdorben. Als äußerste

Grenze des Erträglichen sei für Tiere ein CO_2 -Gehalt von 0,40 % anzusehen. ROLLE (62) verlangt einen CO_2 -Gehalt unter 0,20 %.

Untersuchungen von FRANK (22) und FÄRBER (18) zeigen, daß diese Werte in der Praxis kaum anzutreffen sind.

FRANK (22) fand in 16 von 74 Stallungen CO_2 -Werte unter 0,30 %, in 31 Ställen Werte über 0,30 % und in 27 Werte über 0,40 %.

KALICH (35) ermittelte bei 56, 1 % von in den letzten 20 Jahren erbauten Ställen einen CO_2 -Gehalt über 0,20 %.

KIENLE (37) ermittelte bei seinen Untersuchungen während der Wintermonate einen Durchschnittswert von 0,57 %. Die CO_2 -Konzentration, die FÄRBER (18) in veralteten Stallungen im Bayerischen Wald fand, lassen noch schlechtere Verhältnisse erkennen. Er ermittelte:

in Stallungen mit Holzdecken	0,93 %,
in Stallungen mit böhmischen Gewölben	0,97 %,
in Stallungen mit Schienengewölben	1,01 %.

In einem extremen Fall stellte er sogar einen Wert von 1,76 % fest.

Eine weitere unmittelbare Bedeutung für das Stallklima hat der CO_2 -Gehalt insofern, als sich daraus ein Einblick in den stündlich erfolgenden Luftwechsel eines Stalles gewinnen läßt und zwar nach folgendem Ansatz:

Von den Tieren stündlich ausgeatmete Menge an CO_2 in Litern dividiert durch die Differenz des CO_2 -Gehaltes in Prozent von Stall- und Außenluft dividiert durch den Rauminhalt des Stalles in Kubikmeter =

stündlich erfolgter Luftwechsel.

4) Abkühlungsgröße und Luftbewegung

HILL (30) ging bei seinen bioklimatischen Untersuchungen von der Erkenntnis aus, daß das subjektive Wärmeempfinden des Menschen mit den Messungen eines Thermometers nicht übereinstimmt. Man kann z.B. bei 0°C , Wind und Regen ein stärkeres Kälteempfinden haben als bei -10°C , Windstille und trockener Luft.

Ein geschlossener Stall besitzt sein eigenes Klima, zu dessen Faktoren außer Temperatur und Luftfeuchtigkeit auch eine gewisse Luftbewegung gehört. Je größer die Geschwindigkeit der einströmenden Frischluft ist, desto weniger wird es möglich sein, sie zu erwärmen. Die abkühlende Wirkung kalter Luftmassen wird durch deren Bewegung potenziert. Wird der Körper eines Tieres nur an einem Teil seiner Oberfläche von ihnen getroffen und dadurch abgekühlt, so wird die ganze Thermoregulation gestört, woraus eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens resultiert. Man spricht von Zugluft, welche die Infektionsanfälligkeit des Tieres erhöht. Deswegen ist es anzustreben, in Stallungen einen zug-armen Luftaustausch zu sichern.

Die Abkühlungsgröße berücksichtigt neben Luftfeuchtigkeit und Temperatur auch die Luftbewegung. Aus ihr läßt sich die Windgeschwindigkeit berechnen. Die Abkühlungsgröße gibt die von 1 cm^2 Oberfläche eines Körpers in einer Sekunde abgegebene Wärmemenge an,

ausgedrückt in $\text{mgcal}/\text{cm}^2/\text{sek.}$

DORNO und LOEWY (14) haben aus vielen Messungen und gleichzeitigen Befragungen eines größeren Personenkreises eine Beziehung zwischen dem Wärmeempfinden des Menschen und der Abkühlungsgröße zu finden versucht:

<u>Empfindung</u>	<u>Abkühlungsgröße ($\text{mgcal}/\text{cm}^2/\text{sek.}$)</u>
unangenehm kalt	20,0
kalt	15,0
angenehm kalt	12,0
kühl	10,0
angenehm kühl	7,5
angenehm warm	5,0
heiß	2,5

BUXTORF (7) und FUHRIMANN (24) haben die Abkühlungsgröße erstmals an stallklimatischen Bewertungen in der Veterinärhygiene herangezogen. Folgende Werte für die Abkühlungsgröße stellt FUHRIMANN (24) als Norm für Rinderstallungen auf: Minimum 7,0, Maximum 9,5.

KIENLE (37) vermutet Zusammenhänge zwischen der Luftbewegung und dem Ausmaß der Ventilation eines Stalles. Versuche bestätigen diese Vermutungen.

KRÜGER (41) fand bei hohem CO_2 -Gehalt oder hoher Luftfeuchtigkeit die Abkühlungsgröße niedriger, bei niederem CO_2 -Gehalt oder geringer

Luftfeuchte relativ höher. Diese Feststellung erklärt er folgendermaßen: Die Mittelwerte der Innentemperatur sind bei Ställen mit mehr als 0,2 % CO_2 -Gehalt höher als bei solchen mit weniger als 0,2 %. Eine bessere Lüftung oder eine schwächere Belegung von Ställen, die zu einem niedrigeren CO_2 -Gehalt führen, bringen also eine niedrigere Temperatur mit sich. Daraus resultiert - bei dem bekannten Zusammenhang zwischen Temperatur und Abkühlungsgröße - eine höhere Abkühlungsgröße. Die scheinbare Abhängigkeit der Abkühlungsgröße vom CO_2 -Gehalt erklärt sich also aus der Abhängigkeit der Temperatur von der Lüftungsintensität bzw. der Belegung des Stalles.

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, besteht zwischen allen Klimafaktoren eines Stalles ein ursächlicher Zusammenhang. Es sind daher jeweils alle physikalischen und chemischen Faktoren zu berücksichtigen, um ein optimales Stallklima zu erreichen.

5) Licht

Eine sehr wesentliche Rolle unter den Faktoren spielt für das Gedeihen unserer Nutztiere das Licht. Für Gesundheit und Leistung sind sowohl das sichtbare Licht als auch die unsichtbaren UV- und Infrarotstrahlen von Bedeutung. Neben der Aktivierung von Ergosterin zu Vitamin D_3 ist vor allem der als neuro-hormonaler Konnex bezeichnete Einfluß des Lichtes auf die Geschlechtsfunktion zu nennen. RAUTMANN (60) gelang es, Geflügel, das in dunklen Käfigen gehalten wurde, künstlich unfruchtbar zu machen.

Dauerndes Fehlen oder Einwirken des Lichtes beeinflußt in der Regel den Organismus ungünstig. Licht wirkt günstig auf die Blutbildung und Blutzusammensetzung, fördert den Umsatz der aufgenommenen Nährstoffe, steigert die Leistungen und beeinflußt vorteilhaft das Allgemeinbefinden. Wie RAKO und MARINIC (58) berichten, wird die Milchleistung vom Sonnenlicht positiv beeinflußt. Auch die bakterizide Wirkung des Sonnenlichtes darf nicht übersehen werden. Nach NUSSHAG (53) bleiben Typhusbakterien in hellen Ställen 3 Tage, in dunklen aber 12 Tage resistent.

Nicht unbemerkt bleiben soll, daß ein heller Stall bessere Arbeitsbedingungen für das Stallpersonal schafft, die Sauberhaltung von Stall und Tieren erleichtert und auch die Melkhygiene verbessert.

Es ist sehr schwierig, den leistungsfördernden Einfluß des Sonnenlichtes in unseren Stallungen wirksam werden zu lassen. Nach ROOTS-HAUPT-HARTWIGK (63) und DAHMEN (11) hält das gewöhnliche Fensterglas die kurzwelligen Strahlen vollständig zurück.

Um einen genügenden Zutritt des Tageslichtes in unsere Stallungen zu erreichen, ist ein bestimmtes Verhältnis der Gesamtfensterfläche zur Bodenfläche notwendig. Das in der Literatur mit 1:10 bis 1:20 angegebene Verhältnis von Fensterfläche zur Bodenfläche stellt nur einen gewissen Anhaltspunkt dar.

GERSPACH (25) richtet sich bei seinen Angaben nach der jeweiligen Klimalage und gibt Werte von 1:10 bei günstigem Klima und 1:15

bei rauhem Klima an. ROLLE (62), DAHMEN (11) und KLIMMER (39) fordern ein Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche von 1 : 15 bis 1 : 20. ZORN (81) empfiehlt $0,5 \text{ m}^2$ Fensterfläche pro GVE. Ein heller Innenanstrich reflektiert das Licht und erhöht so die Helligkeit im Stall.

Da die Helligkeit im Stall von vielen Faktoren, auch solchen außerhalb des Stalles, abhängig ist, kommen FREY (23) und RASCHERT (59) zu der Schlußfolgerung, daß sich eine ausreichende Beleuchtung innerhalb des Stalles nicht allein aus dem Verhältnis von Gesamtfensterfläche zur Bodenfläche ableiten läßt.

Die Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Bauwesen (ALB) (1) sieht 30 - 60 Lux je Quadratmeter als ausreichend bei künstlicher Beleuchtung an.

MESSNER (51) fordert die gleiche Belichtung wie in Wohnräumen.

C. E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N

I. Untersuchungsgebiet

1) Landschaftsbild und Klima

Das Landschaftsbild des Untersuchungsgebietes zeigt einen wechselnden Charakter. Das Flachland des Nordens wird nach Süden und Süd-Westen zu hügeliger unter gleichzeitiger Zunahme des Waldbestandes. Wiesen und Ackerland wechseln ab. Der südlichste Teil des Gebietes zeigt vor-alpines Gepräge. Der Lech durchquert den Landkreis in Süd-Nord-Richtung.

Die Wetterdienstzentrale München gibt für den Landkreis Landsberg folgende Klimadaten als mittleren Jahresdurchschnitt an:

Temperatur:	7,5°C
Niederschlag:	1329 mm
Frostfreie Tage:	178

Hauptwindrichtung ist Westen. Frühjahr und Herbst weisen häufig Föhn auf.

2) Landwirtschaftliche Struktur und Viehhaltung

Ackerbau und Viehhaltung spielen eine etwa gleich große Rolle. Im Norden des Landkreises ist der Ackerbau etwas stärker betont.

Was die Größe der landwirtschaftlichen Betriebe betrifft, so überwiegt die Zahl der mittleren Betriebe (70 %) mit einem Bestand von 10-20

Stück Großvieh. Der Rest setzt sich aus Kleinbetrieben (20%) mit bis zu 10 Stück Großvieh und Großbetrieben (10 %) mit über 20 Stück Großvieh zusammen.

Die Stallhaltung der Tiere erstreckt sich mit einigen Ausnahmen über den ganzen Sommer. Dauerweidebetrieb wird in dem Untersuchungsgebiet nur vereinzelt angetroffen. Demgegenüber ist der Weidebetrieb im Herbst allgemein üblich. Er erfolgt von September bis zum Auftreten des ersten Frostes oder bis zum ersten Schneefall.

Die Rindviehhaltung zeigt hinsichtlich der vorhandenen Rassen folgendes Bild: Mit 60 % überwiegt das Höhenfleckvieh, das grau-braune Höhenvieh ist mit 32 % vertreten, seine Häufigkeit nimmt in Süd-Südwest-Richtung zu, die restlichen 8 % entfallen auf Pinzgauer, mitteldeutsches Rotvieh sowie auf schwarz- und rot-buntes Niederungsvieh. Natürlich werden auch Kreuzungen der genannten Rassen angetroffen.

II. Material und Methodik

1) Allgemeines

Um für die Untersuchungen einen repräsentativen Querschnitt zu erhalten, wurden 100 Betriebe so ausgewählt, daß hinsichtlich Größe, Alter und baulicher Ausstattung alle Typen vertreten waren.

Die stallklimatischen Messungen wurden im Winter, von Mitte Dezember 1959 bis Anfang Februar 1960 durchgeführt, und zwar jeweils mindestens 2 Stunden nach Beendigung der Stallarbeiten, um sicherzugehen, daß sich die stallklimatischen Verhältnisse wieder eingependelt hatten. Einander entsprechende Innen- und Außenwerte wurden unmittelbar nacheinander gemessen, um die aus inkonstanten Witterungsverhältnissen sich ergebenden Abweichungen weitgehendst auszuschließen.

Von den bautechnischen Daten eines jeden Stalles wurden festgehalten:

Grundriß (Länge x Breite x Höhe),
Material der Wände, des Bodenbelages, der Decke,
Zahl der Fenster und deren Größe,
Lüftungseinrichtungen.

Notiert wurden auch das Alter des Stalles und die Anzahl der GVE.

Die stallklimatischen Untersuchungen setzten sich aus den Messungen folgender bioklimatischer Werte zusammen:

Temperatur und relative Feuchtigkeit der Außenluft,
Temperatur im Stall,
relative Feuchtigkeit im Stall,

CO₂-Gehalt der Stalluft,
Luftbewegung im Stall.

2) Beschreibung der Geräte und Meßtechnik

Da in den meisten Ställen keine Möglichkeiten vorhanden waren, die Meßgeräte an den gewünschten Punkten anzubringen, wurde ein Holzstativ zur Aufhängung der Geräte verwendet, das bis zu einer Höhe von 2,5 m verstellbar war. Ein Fotostativ aus Metall hatte sich nicht bewährt, da sich an ihm starke Kondenswasserbildung zeigte, sobald es aus der kalten Außenluft in den Stall gebracht wurde.

a) Temperatur

Die Temperaturmessungen wurden ungefähr in der Mitte des Stalles durchgeführt. Dieser Punkt lag meistens in der Mitte des Futterganges.

Verwendung fand ein Quecksilberthermometer.

b) Luftfeuchtigkeit

Diese Messungen wurden gleichzeitig mit der Temperatur und ebenfalls in der Mitte des Stalles vorgenommen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Messungen durch die Atemluft der Tiere nicht beeinträchtigt werden.

Die Luftfeuchtigkeit wurde mit einem Polymeter der Fa. Lambrecht, Göttingen, festgestellt. Dieses Gerät dient zur Bestimmung verschiedener meteorologischer Daten, vor allem der relativen Luftfeuchtigkeit. Es ist ein Haarhygrometer, das mit einem Quecksilberthermometer kom-

binert ist. Das Meßelement des Gerätes ist ein Haarstrang, dessen Länge von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängt. Die Längenänderungen werden durch einen Zeiger auf eine Skala übertragen, was ein direktes Ablesen der relativen Luftfeuchtigkeit in Prozenten gestattet. Das Haarhygrometer muß mindestens alle 14 Tage geeicht werden. Zu diesem Zweck wird das Gerät für 30 Minuten mit einem feuchten Tuch umwickelt. Wird danach nicht eine relative Luftfeuchtigkeit von 95 - 96 % erreicht, so kann die Abweichung mit Hilfe einer für diesen Zweck vorgesehenen Schraube korrigiert werden.

c) CO₂-Gehalt

Die Messung des CO₂-Gehaltes der Stallluft wurde 1 m über dem Boden, hinter oder neben den Tieren und 30 cm unter der Stalldecke vorgenommen, so daß die Werte nicht durch die Atemluft der Tiere und durch eine Entlüftung verfälscht wurden. Verwendet wurde das Gasspürgerät 19/31 der Fa. Dräger, Lübeck. Das Gerät besteht aus einer Balgpumpe, die pro Hub 100 cm³ Luft durch das aufgesetzte Prüfröhrchen ansaugt. Bei den Messungen wurden Röhrchen des Typs 0,1a verwendet, bei denen 5 Hübe nötig sind. Der CO₂-Gehalt kann direkt auf dem Röhrchen an der Umschlagstelle der Indikatorfarbe in Prozent abgelesen werden. Die Farbänderung wird hervorgerufen durch die chemische Reaktion des CO₂ mit einer Hydrazin-Verbindung, die durch einen Redox-Indikator angezeigt wird.

d) Abkühlungsgröße und Luftbewegung

Diese Messungen wurden wieder in der Mitte des jeweiligen Stallraumes mit dem Katathermometer der Fa. Lambrecht, Göttingen, vorgenommen. Dieses Gerät besteht am unteren Ende aus einem alkoholgefüllten Gefäß, das über eine Kapillare mit einem darüber befindlichen Überlaufgefäß verbunden ist. Vor dem Messen wird das Gefäß in ein Wasserbad von 50 - 60°C getaucht, bis das Überlaufgefäß zu etwa einem Drittel mit Alkohol gefüllt ist. Dann wird das Gefäß sorgfältig abgetrocknet und schwingungsfrei aufgehängt. Infolge Abkühlung sinkt die Alkoholsäule. Die Zeit, in der die Flüssigkeit von der oberen Markierung bis zur unteren sinkt, wird mit einer Stoppuhr gemessen. Die Abkühlungsgröße errechnet man nach der Formel:

$$A = \frac{k}{t} ,$$

wobei k die Gerätekonzstante und t die gestoppte Zeit in Sekunden ist.

Mit Hilfe von Temperatur und Abkühlungsgröße läßt sich dann die Luftbewegung aus einer Tabelle ermitteln.

III. Untersuchungsergebnisse

1) Alter der Ställe

Das Durchschnittsalter aller untersuchten Ställe betrug 45,4 Jahre, es schwankt zwischen 1 (Stall Nr. 57 und 86) und 91 Jahren (Stall Nr.85).

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Ställe auf einzelne Altersgruppen.

Tabelle 1: Alter der Ställe

1 - 10	Jahre	13	=	13	%
11 - 20	Jahre	1	=	1	%
21 - 30	Jahre	4	=	4	%
31 - 40	Jahre	32	=	32	%
41 - 50	Jahre	6	=	6	%
51 - 60	Jahre	14	=	14	%
61 - 70	Jahre	16	=	16	%
71 - 80	Jahre	10	=	10	%
81 - 90	Jahre	3	=	3	%
91 - 100	Jahre	1	=	1	%

Zur besseren Auswertung der gefundenen Meßergebnisse wurden die Stallungen in folgende 3 Altersgruppen aufgeteilt:

Gruppe 1: 14 Ställe im Alter bis zu 20 Jahren	= 14 %
Gruppe 2: 42 Ställe im Alter von 21 bis zu 50 Jahren	= 42 %
Gruppe 3: 44 Ställe im Alter über 50 Jahre	= 44 %

2) Baumaterial

a) Umfassungswände

Von den 100 untersuchten Ställen hatte der überwiegende Teil, nämlich 85 Ställe, Wände aus Ziegelstein, bei dem Rest wurde Ziegelstein in Verbindung mit Natursteinen (6 Ställe), Beton (7 Ställe) oder Lehm (1 Stall) bzw. Beton und Natursteinen (1 Stall) verwendet.

In die 3 Gruppen aufgeteilt ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 2: Material der Umfassungswände

Gruppe 1:

12 (85,7 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein

2 (14,3 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein und Beton

Gruppe 2:

36 (85,7 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein

3 (7,1 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein und Beton

2 (4,8 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein und Naturstein

1 (2,4 %) Stall mit Wänden aus Beton und Naturstein

Gruppe 3:

- 37 (84,1 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein
- 4 (9,1 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein und Naturstein
- 2 (4,6 %) Ställe mit Wänden aus Ziegelstein und Beton
- 1 (2,2 %) Stall mit Wänden aus Ziegelstein und Lehm

b) Stalldecken

- 42 % aller untersuchten Ställe hatten eine Holzdecke,
- 43 % ein Stahlgewölbe und 15 % eine Betondecke.

Die Aufteilung in die 3 Altersgruppen ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3: Material der Decken

Gruppe 1:

- 7 (50 %) Ställe mit Decken aus Holz
- 7 (50 %) Ställe mit Decken aus Stahlgewölbe

Gruppe 2:

- 20 (47,6 %) Ställe mit Decken aus Holz
- 17 (40,5 %) Ställe mit Decken aus Stahlgewölbe
- 5 (11,9 %) Ställe mit Decken aus Beton

Gruppe 3:

- 15 (34,1 %) Ställe mit Decken aus Holz
- 26 (59,1 %) Ställe mit Decken aus Stahlgewölbe
- 3 (6,8 %) Ställe mit Decken aus Beton

c) Stallböden

Die Standplätze der untersuchten Ställe bestanden zu 47 % aus Ziegelstein, zu 29 % aus Ziegelstein und Beton, zu 16 % aus Beton, zu 4 % aus Holz und zu je 2 % aus Harrizit bzw. Ziegelstein mit Holz. Das Harrizit war als Estrich verlegt worden. In den einzelnen Altersgruppen ergab sich folgendes Bild:

Tabelle 4: Material der Standplätze

Gruppe 1:

- 2 (14,3 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein
- 2 (14,3 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein und Beton
- 2 (14,3 %) Ställe mit Standplätzen aus Harrizit
- 8 (57,1 %) Ställe mit Standplätzen aus Beton

Gruppe 2:

- 22 (52,4 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein
- 12 (28,6 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein und Beton
- 5 (22,9 %) Ställe mit Standplätzen aus Beton
- 2 (4,7 %) Ställe mit Standplätzen aus Holz
- 1 (2,4 %) Stall mit Standplätzen aus Ziegelstein und Holz

Gruppe 3:

- 23 (52,3 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein
- 15 (34,1 %) Ställe mit Standplätzen aus Ziegelstein und Beton
- 3 (6,8 %) Ställe mit Standplätzen aus Beton
- 2 (4,5 %) Ställe mit Standplätzen aus Holz
- 1 (2,3 %) Stall mit Standplätzen aus Ziegelstein und Holz

Der Holzbelag der Standplätze bestand aus Klötzen mit Kantenlängen von ca. 25 cm.

3) Größe der Ställe nach Bodenfläche

Die durchschnittliche Stallbodenfläche betrug $105,8 \text{ m}^2$. Der kleinste untersuchte Stall hatte eine Bodenfläche von $12,8 \text{ m}^2$ (Stall Nr. 100), der größte eine solche von $418,0 \text{ m}^2$ (Stall Nr. 81).

In den 3 Gruppen ergab sich folgendes Bild:

Tabelle 5: Stallbodenfläche

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
bis 20 m^2	-	1 = 2,3 %	-	1 = 1 %
21 - 50 m^2	1 = 7,2 %	7 = 16,5 %	7 = 15,9 %	15 = 15 %
51 - 100 m^2	4 = 28,5 %	26 = 62,3 %	18 = 40,9 %	48 = 48 %
101 - 150 m^2	6 = 42,7 %	6 = 14,3 %	8 = 18,2 %	20 = 20 %
151 - 200 m^2	-	2 = 4,6 %	5 = 11,4 %	7 = 7 %
201 - 250 m^2	1 = 7,2 %	-	3 = 6,8 %	4 = 4 %
251 - 300 m^2	-	-	2 = 4,5 %	2 = 2 %
über 300 m^2	2 = 14,4 %	-	1 = 2,3 %	3 = 3 %

Die durchschnittliche Stallbodenfläche betrug bei Gruppe 1 $150,5 \text{ m}^2$, bei Gruppe 2 $79,1 \text{ m}^2$ und bei Gruppe 3 $87,8 \text{ m}^2$.

Wie aus Tabelle 5 ersichtlich ist, wies die Gruppe 2 den kleinsten Stall auf, während die größten Ställe zu Gruppe 1 und 3 gehörten. Gruppe 2 zeigte nur Ställe bis zu einer Größe von 200 m^2 .

4) Größe der Ställe nach Rauminhalt

Die durchschnittliche Stallgröße betrug $254,4 \text{ m}^3$. Den kleinsten Rauminhalt zeigte Stall Nr. 100 (Gruppe 2) mit $26,5 \text{ m}^3$, während Stall Nr. 81 (Gruppe 3) mit $1337,6 \text{ m}^3$ den größten Luftraum hatte.

Bezüglich der 3 Altersgruppen ergab sich folgende Verteilung:

Tabelle 6: Rauminhalt der Ställe

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
bis 50 m^3	-	1 = 2,4 %	-	1 = 1 %
51 - 100 m^3	1 = 7,2 %	4 = 9,5 %	5 = 11,4 %	10 = 10 %
101 - 200 m^3	3 = 21,4 %	26 = 61,9 %	17 = 38,6 %	46 = 46 %
201 - 300 m^3	2 = 14,2 %	4 = 9,5 %	6 = 13,6 %	12 = 12 %
301 - 400 m^3	6 = 42,8 %	6 = 14,3 %	6 = 13,6 %	18 = 18 %
401 - 500 m^3	-	1 = 2,4 %	2 = 4,5 %	3 = 3 %
501 - 600 m^3	-	-	5 = 11,4 %	5 = 5 %
601 - 700 m^3	1 = 7,2 %	-	1 = 2,3 %	2 = 2 %
701 - 800 m^3	-	-	1 = 2,3 %	1 = 1 %
801 - 900 m^3	1 = 7,2 %	-	-	1 = 1 %
über 1000 m^3	-	-	1 = 2,3 %	1 = 1 %

Der durchschnittliche Rauminhalt betrug bei Gruppe 1 $333,2 \text{ m}^3$, bei Gruppe 2 $187,1 \text{ m}^3$, und bei Gruppe 3 $242,9 \text{ m}^3$.

5) Viehbesatz

Durchschnittlich waren die untersuchten Ställe mit 13,5 GVE besetzt. Stall Nr. 100 wies mit 2 GVE den geringsten, Stall Nr. 81 mit 58 GVE den größten Besatz auf, was auf Grund der Stallgröße zu erwarten war.

Der Besatz der Ställe war in den einzelnen Gruppen folgender:

<u>Tabelle 7:</u>	Besatz der Ställe in GVE			
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
bis 5 GVE	1 = 7,2 %	3 = 7,1 %	-	4 = 4 %
6 - 10 GVE	2 = 14,2 %	19 = 45,2 %	20 = 45,3 %	41 = 41 %
11 - 20 GVE	6 = 42,8 %	18 = 43,0 %	18 = 41,0 %	42 = 42 %
21 - 30 GVE	3 = 21,4 %	2 = 4,7 %	2 = 4,6 %	7 = 7 %
31 - 40 GVE	1 = 7,2 %	-	3 = 6,8 %	4 = 4 %
41 - 50 GVE	1 = 7,2 %	-	-	1 = 1 %
51 - 60 GVE	-	-	1 = 2,3 %	1 = 1 %

Gruppe 1 und 2 wiesen also die Ställe mit dem geringsten Besatz auf, während in Gruppe 3 der Stall mit der größten Anzahl von GVE (58) zu finden war. Insgesamt war der Prozentsatz der Ställe mit 11 - 20 GVE (42 Ställe = 42 %), sowie mit 6-10 GVE (41 Ställe = 41 %) am höchsten.

6) Luftraum pro GVE

Den größten Luftraum wies Stall Nr. 32 mit $30,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$ auf, den kleinsten hatte Stall Nr. 82 mit $9,6 \text{ m}^3/\text{GVE}$.

Als Durchschnittswert ergab sich $18,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$.

Aus Tabelle 8 ist die Aufteilung der Ställe nach Luftraum pro GVE ersichtlich:

<u>Tabelle 8:</u>	Luftraum pro GVE			
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
- $10 \text{ m}^3/\text{GVE}$	-	1 = 2,4 %	1 = 2,3 %	2 = 2 %
- $15 \text{ m}^3/\text{GVE}$	2 = 14,3 %	14 = 33,3 %	11 = 25,0 %	27 = 27 %
- $20 \text{ m}^3/\text{GVE}$	2 = 14,3 %	14 = 33,3 %	13 = 29,3 %	29 = 29 %
- $25 \text{ m}^3/\text{GVE}$	9 = 64,2 %	13 = 31,0 %	11 = 25,0 %	33 = 33 %
- $30 \text{ m}^3/\text{GVE}$	1 = 7,2 %	-	7 = 16,1 %	8 = 8 %
- $35 \text{ m}^3/\text{GVE}$	-	-	1 = 2,3 %	1 = 1 %

Gruppe 1 hatte einen durchschnittlichen Luftraum von $20,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$, Gruppe 2 einen solchen von $17,6 \text{ m}^3/\text{GVE}$, und in Gruppe 3 kamen durchschnittlich $18,0 \text{ m}^3$ auf 1 GVE.

89 % aller Ställe wiesen einen Luftraum von $15 - 25 \text{ m}^3/\text{GVE}$ auf.

Bei Gruppe 1 lagen 92,8 % der untersuchten Stallungen in diesem Bereich, bei Gruppe 2 97,6 % der Stallungen, während bei Gruppe 3 79,3 % der Ställe in diesen Bereich fielen.

7) Aufstellungsart

In kleineren Ställen waren die Tiere einreihig aufgestellt, wobei sie mit den Köpfen zu einem hinter dem Freßgitter liegenden Futtergang standen und hinter sich eine Stallgasse von ca. 1 m Breite frei ließen. In größeren Ställen erfolgte die Aufstellung zweireihig, wobei die Tiere mit den Köpfen zueinander standen, durch ein Freßgitter von dem gemeinsamen Futtergang getrennt. Über dem Futtergang befanden sich gegebenenfalls die Futterlöcher.

Als Aufstellungsart wurden bei allen 100 untersuchten Ställen 94 mal Mittel- und 6 mal Langstände gewählt. Der Kurzstand war in keinem Stall anzutreffen.

Bei Gruppe 1 waren 12 (85,7 %) Mittel- und 2 (14,3 %) Langstände zu finden, bei Gruppe 2 40 Mittel- (95,2 %) und 2 (4,8 %) Langstände und bei Gruppe 3 42 (95,4 %) Mittel- und 2 (4,6 %) Langstände.

8) Fenster

Insgesamt wurden in allen 100 untersuchten Ställen 476 Fenster mit einer Gesamtfläche von $445,47 \text{ m}^2$ gezählt, d.h., daß pro Stall 4,76 Fenster mit einer durchschnittlichen Fläche von $4,45 \text{ m}^2$ vorhanden waren. Die durchschnittliche Fläche eines Fensters betrug $0,9 \text{ m}^2$. Die Ställe der Gruppe 1 hatten durchschnittlich 7,1 Fenster mit einer Fläche von $6,9 \text{ m}^2$, Gruppe 2 4 Fenster mit einer Fläche von $3,5 \text{ m}^2$ und Gruppe 3 2,4 Fenster mit einer Fläche von $4,5 \text{ m}^2$.

In 4 Fällen waren Kippfenster vorhanden (Stall Nr. 55, 70, 76, 96).

9) Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche

Das durchschnittliche Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche betrug bei allen untersuchten Ställen 1 : 24, wobei Stall Nr. 50 mit 1 : 50 die kleinste und Stall Nr. 51 mit 1 : 11 die größte Fensterfläche aufwiesen. Alle Ställe lagen über einem Verhältnis von 1 : 10, über die Hälfte (59 %) über 1 : 20.

Tabelle 9: Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
1:10 - 1:20	7 = 50,0 %	18 = 42,8 %	17 = 42,8 %	42 = 42 %
1:21 - 1:30	6 = 42,8 %	16 = 38,0 %	14 = 38,2 %	36 = 36 %
1:31 - 1:40	1 = 7,2 %	7 = 16,8 %	9 = 16,6 %	17 = 17 %
1:41 - 1:50	-	1 = 2,4 %	4 = 2,4 %	5 = 5 %

Gruppe 1 hatte ein durchschnittliches Fenster- : Bodenflächenverhältnis von 1 : 12,

Gruppe 2 hatte ein durchschnittliches Fenster- : Bodenflächenverhältnis von 1 : 21,

Gruppe 3 hatte ein durchschnittliches Fenster- : Bodenflächenverhältnis von 1 : 39.

Tabelle 9 zeigt, daß in allen Gruppen das Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche von 1 : 20 am häufigsten vorkam. Das Verhältnis von 1 : 40 bis 1 : 50 war nur fünfmal zu finden (in Gruppe 2 und 3).

10) Lüftungsanlagen

35 % aller untersuchten Stallungen wiesen keine Lüftungseinrichtungen auf. Hier wurde die Lüftung lediglich durch Öffnen von Fenstern und Türen geregelt. Bei den restlichen 65 % der Stallungen waren (12 Lüftungsanlagen waren mit Stroh verschlossen) folgende Anlagen vorhanden:

Luftschacht (Dunstschlot)	26 Ställe
Futterloch	18 Ställe
Wandschacht	11 Ställe
Luftschacht und Futterloch	5 Ställe
Kippfenster	4 Ställe
Ventilator	1 Stall

Bei Gruppe 1 besaßen 71,4 % der Stallungen eine Lüftungseinrichtung, bei Gruppe 2 waren es 61,9 % und bei Gruppe 3 65,9 % der Stallungen.

Die Futterlöcher befanden sich zumeist in der Mitte des Stalles. Die Luftschächte waren viereckig oder rund mit einem Durchmesser von 20 - 120 cm. Sie reichten bis zum Stallboden und hatten eine Sommer- und eine Winteröffnung. Die Luftschächte verliefen senkrecht durch Stalldecke und Dach und ragten 0,5 - 2 m über den Dachfirst hinaus.

11) Temperatur

Bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von $-4,4^{\circ}\text{C}$ während der Messungen - die Temperaturen lagen zwischen $+4^{\circ}\text{C}$ und -12°C - ergab sich eine durchschnittliche Innentemperatur von $13,9^{\circ}\text{C}$ bei allen untersuchten Ställen. Die höchste gemessene Innentemperatur betrug 19°C bei Stall Nr. 7 (Gruppe 2) und bei Stall Nr. 10 (Gruppe 3), die niedrigste 9°C bei Stall Nr. 100 (Gruppe 2).

Die höchste Differenz zwischen Außen- und Innentemperatur betrug 24°C (Stall Nr. 62, 63 und 95).

Bezüglich der Verteilung der Ställe nach der Temperatur ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 10:

Innentemperatur der Ställe

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
9°C	-	1 = 2,3 %	-	1 = 1 %
10°C	1 = 7,1 %	-	2 = 4,6 %	3 = 3 %
11°C	2 = 14,2 %	-	5 = 11,5 %	7 = 7 %
12°C	3 = 21,6 %	4 = 10,4 %	7 = 16,0 %	14 = 14 %
13°C	1 = 7,1 %	11 = 25,9 %	5 = 11,4 %	17 = 17 %
14°C	3 = 21,6 %	10 = 23,8 %	10 = 22,5 %	23 = 23 %
15°C	-	9 = 21,2 %	10 = 22,5 %	19 = 19 %
16°C	2 = 14,2 %	2 = 4,7 %	1 = 2,3 %	5 = 5 %
17°C	1 = 7,1 %	2 = 4,7 %	2 = 4,6 %	5 = 5 %
18°C	1 = 7,1 %	2 = 4,7 %	1 = 2,3 %	4 = 4 %
19°C	-	1 = 2,3 %	1 = 2,3 %	2 = 2 %

Die durchschnittliche Innentemperatur betrug also bei Gruppe 1 $13,5^{\circ}\text{C}$, bei Gruppe 2 $14,2^{\circ}\text{C}$ und bei Gruppe 3 $13,6^{\circ}\text{C}$.

Gruppe 1 und 3 hatten also fast die gleiche Innentemperatur, bei Gruppe 3 war sie um $0,1^{\circ}\text{C}$ höher. Bei Gruppe 2 lag die Temperatur um $0,7^{\circ}\text{C}$ bzw. $0,6^{\circ}\text{C}$ höher als bei Gruppe 2 und 3.

83 % aller Stallungen zeigten Temperaturen zwischen 10 und 15°C , 16 % der Stallungen lagen über 15°C und 1 % unter 10°C .

12) Luftfeuchtigkeit

Die durchschnittliche relative Außenfeuchtigkeit betrug 90,2 % mit einem niedrigsten Wert von 72 % und einem Höchstwert von 97 %.

In den Ställen wurde für die relative Feuchtigkeit ein Durchschnittswert von 87,4 % gemessen. Der Bereich der gefundenen Werte erstreckte sich von minimal 72 % (Stall Nr. 5) bis maximal 98 % (Stall Nr. 75).

Bei 57 % aller untersuchten Ställe war die relative Feuchtigkeit der Stallluft geringer als diejenige der Außenluft, bei 38 % höher und bei 5 % gleich. 16 % der Stallungen wiesen einen Feuchtigkeitswert unter 80 % auf, 44 % der Ställe lagen zwischen 80 und 90 % relativer Feuchtigkeit, und bei 40 % ergab sich ein Feuchtigkeitswert von über 90 %.

In den 3 Altersgruppen ergab sich folgende Verteilung:

Tabelle 11: Relative Luftfeuchtigkeit im Stall

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
70 - 75 %	5 = 35,9 %	1 = 2,4 %	2 = 4,6 %	8 = 8 %
76 - 80 %	4 = 28,6 %	4 = 9,6 %	1 = 2,3 %	9 = 9 %
81 - 85 %	2 = 14,2 %	8 = 19,2 %	6 = 13,6 %	16 = 16 %
86 - 90 %	2 = 14,2 %	13 = 30,8 %	12 = 27,2 %	27 = 27 %
91 - 95 %	1 = 7,1 %	13 = 30,8 %	18 = 40,9 %	32 = 32 %
96 - 100 %	-	3 = 7,2 %	5 = 11,4 %	8 = 8 %

Wie aus Tabelle 11 ersichtlich ist, zeigten Gruppe 2 und 3 Maximalwerte zwischen 96 und 100 % relativer Feuchte, während in allen 3 Gruppen die niedrigsten gemessenen Werte zwischen 70 und 75 % lagen. Die durchschnittliche relative Feuchte betrug bei Gruppe 1 79 %, bei Gruppe 2 88 % und bei Gruppe 3 94 %. Gruppe 1 liegt also gegenüber Gruppe 2 um 9 %, gegenüber Gruppe 3 um 15 % niedriger. Das ergibt sich aus der Tatsache, daß bei Gruppe 1 64,3 % aller Stallungen eine relative Feuchtigkeit unter 80 % aufwiesen, bei Gruppe 2 nur 11,9 % und bei Gruppe 3 nur 6,8 %.

13) Kohlendioxyd

Der CO_2 -Gehalt in Atemhöhe betrug durchschnittlich 0,30 %. 30 cm unter der Decke betrug er durchschnittlich 0,33 %. Der CO_2 -Gehalt unter der Decke war also im Durchschnitt um 0,03 % höher als in Atemhöhe.

Der höchste gemessene Wert betrug in Atemhöhe 0,57 % (Stall Nr. 85), der niedrigste 0,15 % (Stall Nr. 9), der höchste unter der Stalldecke gefundene Wert lag bei 0,64 % (Stall Nr. 75), der niedrigste bei 0,14 % (Stall Nr. 9). In Tabelle 12 sind die CO_2 -Werte der Ställe in Atemhöhe und 30 cm unter der Decke zusammengefaßt.

Tabelle 12: CO_2 -Werte in Atemhöhe und 30 cm unter der Decke

	in Atemhöhe	30 cm unter der Decke
0,10 - 0,15 % CO_2	1 = 1 %	1 = 1 %
0,16 - 0,20 % CO_2	13 = 13 %	12 = 12 %
0,21 - 0,25 % CO_2	20 = 20 %	10 = 10 %
0,26 - 0,30 % CO_2	23 = 23 %	25 = 25 %
0,31 - 0,35 % CO_2	16 = 16 %	12 = 12 %
0,36 - 0,40 % CO_2	13 = 13 %	15 = 15 %
0,41 - 0,45 % CO_2	9 = 9 %	9 = 9 %
0,46 - 0,50 % CO_2	2 = 2 %	8 = 8 %
0,51 - 0,55 % CO_2	2 = 2 %	4 = 4 %
0,56 - 0,60 % CO_2	1 = 1 %	1 = 1 %
0,61 - 0,65 % CO_2	-	3 = 3 %

Der durchschnittliche CO_2 -Gehalt der Mittelwerte (in Atemhöhe und 30 cm unter der Decke gemessen) aller untersuchten Stallungen betrug 0,31 %.

In 10 % der untersuchten Ställe war der CO_2 -Gehalt in Atemhöhe größer als 30 cm unter der Decke, die größte Differenz betrug 2 %. In 6 % der Fälle wurden an beiden Meßpunkten gleiche CO_2 -Werte ermittelt. In 84 % der Ställe war der CO_2 -Gehalt unter der Decke höher, die größte Differenz hatte Stall Nr. 44 mit 12 %.

Die Verteilung der Ställe nach ihrem durchschnittlichen CO_2 -Gehalt ist aus Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13: Durchschnittliche CO_2 -Konzentrationen

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
0,10 - 0,15 %	-	1 = 2,4 %	-	1 = 1 %
0,16 - 0,20 %	7 = 50,0 %	4 = 9,6 %	1 = 2,3 %	12 = 12 %
0,21 - 0,25 %	1 = 7,1 %	6 = 14,3 %	8 = 18,2 %	15 = 15 %
0,26 - 0,30 %	6 = 42,9 %	9 = 21,1 %	11 = 25,0 %	26 = 26 %
0,31 - 0,35 %	-	8 = 19,1 %	5 = 11,3 %	13 = 13 %
0,36 - 0,40 %	-	7 = 16,7 %	5 = 11,3 %	12 = 12 %
0,41 - 0,45 %	-	3 = 7,2 %	8 = 18,1 %	11 = 11 %
0,46 - 0,50 %	-	3 = 7,2 %	3 = 6,9 %	6 = 6 %
0,51 - 0,55 %	-	-	1 = 2,3 %	1 = 1 %
0,56 - 0,60 %	-	1 = 2,4 %	2 = 4,6 %	3 = 3 %

Aus Tabelle 13 ist zu ersehen, daß 21 % der gesamten Ställe einen CO_2 -Wert über 0,40 % aufwiesen, 13 % der Ställe lagen unter einem CO_2 -Wert von 0,20 %, 41 % zeigten einen CO_2 -Gehalt zwischen 0,20 und 0,30 % und bei 25 % der Stallungen wurde ein CO_2 -Wert zwischen 0,30 und 0,40 % gemessen.

In den 3 Altersgruppen ergaben sich folgende Durchschnittswerte für den CO_2 -Gehalt:

Gruppe 1	0,23 % CO_2
Gruppe 2	0,31 % CO_2
Gruppe 3	0,39 % CO_2

Gruppe 1 wies also den niedrigsten durchschnittlichen CO_2 -Gehalt auf, der um 0,08 % geringer war als derjenige der Gruppe 2 bzw. um 0,16 % geringer als **der der Gruppe 3**.

Bei Gruppe 1 lagen 50 % der zugehörigen Ställe unter einem CO_2 -Gehalt von 0,20 %, wogegen es bei Gruppe 2 nur 11,9 % und bei Gruppe 3 nur 2,3 % der Stallungen waren.

14) Abkühlungsgröße

Die Abkühlungsgröße betrug im Mittel 7,73 bei allen untersuchten Stallungen, der Maximalwert war 9,88 (Stall Nr. 51), der Minimalwert war 5,46 (Stall Nr. 10).

Tabelle 14 veranschaulicht die Verteilung der Ställe hinsichtlich ihrer Abkühlungsgröße.

Tabelle 14: Abkühlungsgröße

		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
bis	5,50	-	-	1 = 2,4 %	1 = 1 %
	5,51 - 6,00	-	-	1 = 2,4 %	1 = 1 %
	6,01 - 6,50	-	3 = 7,2 %	1 = 2,4 %	4 = 4 %
	6,51 - 7,00	3 = 21,3 %	6 = 14,3 %	3 = 6,9 %	12 = 12 %
	7,01 - 7,50	-	14 = 33,0 %	7 = 14,1 %	21 = 21 %
	7,51 - 8,00	4 = 29,0 %	7 = 16,5 %	12 = 27,8 %	23 = 23 %
	8,01 - 8,50	3 = 21,3 %	5 = 12,5 %	9 = 20,9 %	17 = 17 %
	8,51 - 9,00	3 = 21,3 %	7 = 16,5 %	6 = 13,8 %	16 = 16 %
	9,01 - 9,50	-	-	1 = 2,4 %	1 = 1 %
	9,51 - 10,00	1 = 7,1 %	-	3 = 6,9 %	4 = 4 %

18 % aller untersuchten Ställe lagen unter der Abkühlungsgröße 7,00.

Die Altersgruppen zeigten folgende Durchschnittswerte:

Gruppe 1 8,03

Gruppe 2 7,52

Gruppe 3 7,64

Bei Gruppe 1 und 2 lagen 21,4 % der zugehörigen Ställe unter der Abkühlungsgröße 7,00, bei Gruppe 3 waren es 13,6 %.

15) Luftbewegung

Als Durchschnitt bei allen 100 untersuchten Ställen ergab sich für die Luftbewegung ein Wert von 0,134 m/sec.

Die gemessenen Werte bewegten sich in den Grenzen 0,065 m/sec. (Stall Nr. 99) und 0,342 m/sec. (Stall Nr. 1).

Die Verteilung der Ställe nach der Luftbewegung ist in Tabelle 15 enthalten.

Tabelle 15: Luftbewegung

m/sec.	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Insgesamt
0,050 - 0,100	1 = 7,1 %	17 = 40,2 %	15 = 34,0 %	33 = 33 %
0,101 - 0,150	8 = 57,2 %	13 = 31,0 %	14 = 31,8 %	35 = 35 %
0,151 - 0,200	3 = 21,5 %	8 = 19,2 %	10 = 22,7 %	21 = 21 %
0,201 - 0,250	1 = 7,1 %	3 = 7,2 %	2 = 4,6 %	6 = 6 %
0,251 - 0,300	-	1 = 2,4 %	2 = 4,6 %	3 = 3 %
0,301 - 0,350	1 = 7,1 %	-	1 = 2,3 %	2 = 2 %

11 % der 100 untersuchten Stallungen zeigten eine Luftbewegung von über 0,200 m/sec. und 33 % lagen unter 0,100 m/sec.

Als Durchschnitt der einzelnen Altersgruppen ergaben sich folgende Werte:

Gruppe 1	0,148 m/sec.
Gruppe 2	0,129 m/sec.
Gruppe 3	0,125 m/sec.

Obwohl alle 3 Gruppen einen Durchschnittswert für die Luftbewegung von über 0,100 m/sec. zeigten, lagen bei Gruppe 1 7,1 %, bei Gruppe 2 40,2 % und bei Gruppe 3 34,3 % der zugehörigen Stallungen unter dem Wert von 0,100 m/sec.

IV. Besprechung der Untersuchungsergebnisse

Das Alter der Ställe schwankt zwischen 1 und 91 Jahren, das Durchschnittsalter beträgt 45,4 Jahre.

Vergleicht man das Baumaterial der Umfassungswände der Ställe, so kann man feststellen, daß das am häufigsten, nämlich bei 85 % der untersuchten Stallungen verwendete Baumaterial, aus Ziegelstein besteht. Weitere Baustoffe sind Naturstein, Beton bzw. Lehm. Die Erkenntnis, daß für den Wärmehaushalt eines Stalles das Baumaterial von entscheidender Bedeutung ist, d.h. daß durch poröses Baumaterial optimale Wärmedämmung erreicht wird, wurde bei den untersuchten Ställen nicht beachtet. Sogar bei den neueren Stallungen der Gruppe 1 bestehen bei 85,7 % der zugehörigen Ställe die Wände aus Ziegelstein.

Was das Baumaterial der Stalldecken betrifft, so ist hier das Ergebnis der Untersuchungen hinsichtlich der Wärmedämmung günstiger. 42 % aller Ställe haben eine Holzdecke. Neben der guten Wärmedämmfähigkeit besitzen Holzdecken auch eine Ventilationswirkung, was sich günstig auf das Stallklima auswirkt. ROLLE (62) bezeichnet in diesem Zu-

sammenhang die Holzdecke als "Lunge" des Stalles. 58 % der Stallungen besitzen Massivdecken, die wohl die Forderung längerer Haltbarkeit erfüllen, jedoch bei unzureichender Lüftung die Gefahr der Schwitzwasserbildung mit sich bringen. Bei ausreichender Wärmeisolation und Lüftung dürften sich jedoch die Bedenken gegenüber einer Massivdecke erübrigen.

Das Material der Standplätze besteht zu 47 % aus Ziegelstein, zu 29 % aus Ziegelstein und Beton, zu 16 % aus Beton, bei 4 % wurde Holz und bei je 2 % Harrizit bzw. Ziegelstein und Holz verwendet. Am besten als Baumaterial für den Bereich der Liegefläche dürften die fabrikmäßig hergestellten Bodenbeläge wie Harrizit sein, die die Vorteile guter Wärmedämmung, Griffigkeit, Wasserundurchlässigkeit und leichter Sauberhaltung vereinen. Zwar besitzt Holz in trockenem Zustand eine gute Isolierfähigkeit, hat aber den Nachteil, daß es von Harn und Kot schnell zersetzt wird und sich dann seine Wärmeleitfähigkeit stark vergrößert. Ziegel und Beton sind auf der einen Seite gut sauberzuhalten und wasserundurchlässig, auf der anderen Seite besitzen sie jedoch eine hohe Wärmeleitfähigkeit, so daß den darauf liegenden Tieren zu viel Wärme entzogen wird. Unter diesen Gesichtspunkten ist die Verwendung von Kunststeinmaterial wie Harrizit, Steinit oder Stallit zu empfehlen.

Der Rauminhalt der Ställe ist bei Gruppe 1 mit durchschnittlich $339,2 \text{ m}^3$ weitaus am größten gegenüber Gruppe 2 mit einem Durch-

schnitt von $187,1 \text{ m}^3$ und Gruppe 3 mit $242,9 \text{ m}^3$. Der Grund dafür dürfte in der Vergrößerung der landwirtschaftlichen Betriebe und fortschreitenden Intensivierung der Rindviehhaltung liegen, wie die folgenden Zahlen zeigen. Bei einem durchschnittlichen Besatz der Ställe der Gruppe 1 mit 16,0 GVE, der Gruppe 2 mit 10,6 GVE und der Gruppe 3 mit 13,4 GVE ergibt sich ein durchschnittlicher Luftraum pro GVE von $20,8 \text{ m}^3$ bei Gruppe 1, von $17,6 \text{ m}^3$ bei Gruppe 2 und ein solcher von $18,0 \text{ m}^3$ bei Gruppe 3. Hohe Werte für das Verhältnis des Luftraumes zur GVE ergeben sich in einigen Fällen aus nicht voll belegten Ställen. Der Durchschnittswert aller untersuchten Ställe beträgt $18,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$. STIETENROTH (70) betrachtet $18 - 20 \text{ m}^3/\text{GVE}$ als wünschenswert. Danach zeigen die untersuchten Stallungen im Durchschnitt ein durchaus befriedigendes Bild.

Die Stallhaltung der Rinder des untersuchten Gebietes erstreckt sich mit einigen Ausnahmen während der Herbstmonate über das ganze Jahr. Offenbar wurden hier die Nachteile des Kurzstandes als Aufstellungsart erkannt, da diese Standform in keinem der untersuchten Ställe verwendet wurde. In 94 Fällen wurde der Mittellangstand angetroffen und in 6 Fällen der Langstand. Gruppe 1 weist überraschenderweise in 14,3 % der Ställe noch die veraltete Aufstellungsform des Langstandes auf, während bei Gruppe 2 und 3 nur knapp 5 % der Ställe einen Langstand aufweisen. Lauf- oder gar Freiluftställe wurden in dem Untersuchungsgebiet nicht angetroffen.

Stallfenster sind immer eine Quelle des Wärmeverlustes. Früher wurden Fenster im allgemeinen nur unter wärmetechnischen Gesichtspunkten betrachtet. Um den Wärmeverlust der Ställe niedrig zu halten, wurde auch die Zahl der Fenster und deren Gesamtfläche weitgehendst eingeschränkt. Diese Tendenz ist an der durchschnittlichen Fensterzahl und dem Mittelwert des Verhältnisses von Fenster- zu Bodenfläche der Gruppen 2 und 3 zu erkennen. Mit zunehmender Gruppenzahl (d.h. Alter der Ställe) nimmt die durchschnittliche Fensterzahl ab, und das Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche wird **größer**. Gruppe 1 zeigt bei einer durchschnittlichen Fensterzahl pro Stall von 7,1 ein Verhältnis von Fenster- zu Bodenfläche von 1 : 12, Gruppe 2 bei einer mittleren Fensterzahl von 4 ein Verhältnis von 1 : 21 und Gruppe 3 bei durchschnittlich 2,4 Fenster je Stall ein Flächenverhältnis Fenster zu Boden von 1 : 39. Das durchschnittliche Verhältnis bei allen untersuchten Ställen beträgt 1 : 24. ROLLE (62), DAHMEN (11) und KLIMMER (39) fordern ein Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche von 1 : 15 bis 1 : 20. GERSPACH (25) sieht ein Verhältnis von 1 : 10 als günstig an. Unter diesem Gesichtspunkt hätten 42 % aller untersuchten Ställe den geforderten Werten von 1 : 10 bis 1 : 20 entsprochen, wobei bei Gruppe 1 50 % aller Ställe in diesem Bereich lagen, bei Gruppe 2 42,9 % und bei Gruppe 3 38,6 % der Ställe.

Das Problem der Stalllüftung war bei den untersuchten Ställen in keiner Weise befriedigend gelöst. 35 % der Stallungen werden nur

durch Öffnen von Fenstern und Türen belüftet. Bei den restlichen 65 % der Stallungen, die Lüftungsanlagen besitzen, waren aus Angst vor Wärmeverlust 12 Anlagen mit Stroh verschlossen. Auf diesem Gebiet kann eine Aufklärung einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Stallhygiene leisten. Eine Verbesserung des Problems der Stalllüftung in neuer Zeit ist daran zu erkennen, daß bei 71,4 % der Ställe in Gruppe 1 eine Lüftungsanlage vorhanden ist, während bei Gruppe 2 61,9 % und bei Gruppe 3 65,9 % der zugehörigen Ställe eine derartige Anlage besitzen. Befriedigende Lüftungsanlagen (Luftschacht, Ventilator) wurden nur bei 22 % aller untersuchten Ställe gefunden. Leider sind die Luftschächte zum Teil ungenügend isoliert, was an der Kondenswasserbildung beobachtet werden konnte. Zudem haben sie nicht die für ein einwandfreies Funktionieren ausreichende Länge. Die Ideallösung in Form einer automatischen Elektrolüftungsanlage konnte nur in einem Fall vorgefunden werden.

KLIMMER (39) fordert für Rindviehställe Temperaturen zwischen 12,5 und 17,5^oC. Weitere Angaben in der Literatur weichen nach oben und besonders nach unten ab, doch entspricht der Durchschnitt dieser Angaben den von KLIMMER gestellten Forderungen. Die Ergebnisse der vorliegenden Temperaturmessungen sind unter diesen Gesichtspunkten als sehr günstig zu bezeichnen, der Mittelwert der untersuchten Stallungen beträgt 13,9^oC. Der günstige Wert, der für den Luft Raum pro GVE gefunden wurde, wirkt sich also auch auf die Stalltemperatur aus. Bei Gruppe 1 beträgt der Mittelwert 13,5^oC, bei Gruppe 2 14,2^oC und

bei Gruppe 3 $13,6^{\circ}\text{C}$. Der bei Gruppe 2 gegenüber Gruppe 1 und 3 um $0,7$ bzw. $0,6^{\circ}\text{C}$ höhere Wert ist bedingt durch den stärkeren Besatz und den geringeren Wärmeverlust infolge einer kleineren durchschnittlichen Fensterfläche. Ein weiterer Grund für die bei Gruppe 2 etwas höhere Temperatur ist, daß hier durchschnittlich die wenigsten Lüftungsanlagen vorhanden sind. Bei Gruppe 1 entsprechen 50% der untersuchten Stallungen den von KLIMMER (39) geforderten Werten, während Gruppe 2 $80,9\%$ und Gruppe 3 $63,6\%$ Stallungen aufweist, die in diesem Bereich liegen.

Die meisten Autoren geben einen Wert von 80% relativer Luftfeuchtigkeit als oberste Grenze der Verträglichkeit für Rinder an. In den untersuchten Ställen wurde ein Durchschnittswert von $87,4\%$ gemessen. Dieser Wert entspricht also nicht den Forderungen. Das günstigste Ergebnis zeigt Gruppe 1 mit einem Durchschnittswert von 79% relativer Feuchtigkeit, $64,3\%$ der zugehörigen Stallungen liegen hier unter dem Wert von 80% . Gruppe 2 hat eine durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit von 88% , in dieser Gruppe zeigen nur $11,9\%$ der Ställe Werte unter 80% . Gruppe 3 zeigt ein noch ungünstigeres Ergebnis, der Durchschnittswert liegt bei 94% , wobei nur $6,8\%$ der Ställe unter einer relativen Feuchtigkeit von 80% liegen. FRANK (22) und FÄRBER (18) fanden mit 88% relative Feuchtigkeit ebenso ungünstige Ergebnisse.

Ungünstig wirkt sich natürlich die hohe relative Feuchtigkeit der Außenluft von durchschnittlich $90,2\%$ auf die Feuchtigkeit im Stall-

inneren aus. Die Unterschiede der 3 Altersgruppen untereinander werden dadurch hervorgerufen, daß umgekehrt proportional zur durchschnittlichen Anzahl der Lüftungsanlagen die relative Feuchtigkeit ansteigt. So hat Gruppe 1 mit der geringsten relativen Luftfeuchtigkeit auch die meisten Lüftungsanlagen aufzuweisen. In einigen Ställen mit extrem hohem Feuchtigkeitwert waren vorhandene Lüftungsanlagen vernachlässigt oder gar mit Stroh verschlossen worden. Wie wichtig eine gut funktionierende Lüftung ist, konnte am Beispiel von 2 Stallungen nachgewiesen werden, in welchen sämtliche Fenster, Türen und Lüftungseinrichtungen verschlossen waren. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug schon nach 1 1/2 Stunden 100 % und an den Stallwänden erfolgte Kondenswasserbildung. Es sei auch noch einmal darauf hingewiesen, daß feuchtigkeitsbildende Stoffe wie Wasser- und Jaucheanisammlungen oder im Stall gelagertes Silofutter zu einer Verschlechterung des relativen Feuchtigkeitwertes beitragen können.

Die für den CO_2 -Gehalt der Stallluft gefundenen Durchschnittswerte weichen nicht wesentlich von dem in der Literatur geforderten Wert von 0,30 % ab. Verglichen mit den von FÄRBER (18) und KIENLE (37) gefundenen Werten, die einen Durchschnitt von 0,57 % bzw. 1,00 % zeigen, sind die vorliegenden Ergebnisse als durchaus günstig zu beurteilen. Als Durchschnittswert wurde ein CO_2 -Gehalt von 0,31 % ermittelt, mit 0,30 % in Atemhöhe und 0,33 % 30 cm unter der Decke. 52,5 % der untersuchten Ställe haben einen CO_2 -Gehalt unter 0,30 %.

Die Durchschnittswerte der 3 Altersgruppen weisen größere Unterschiede auf. Gruppe 1 hat mit 0,28 % CO_2 einen sehr günstigen Durchschnitt. Während Gruppe 2 mit 0,31 % CO_2 den Forderungen noch entspricht, kann Gruppe 3 mit durchschnittlich 0,39 % CO_2 nicht mehr befriedigen. Bei Gruppe 1 liegen 50 % der zugehörigen Ställe unter einem CO_2 -Gehalt von 0,20 %, wogegen es bei Gruppe 2 11,9 % und bei Gruppe 3 nur 2,3 % der Stallungen sind. Die Unterschiede zwischen den 3 Gruppen finden ihre Ursache in der Zahl der jeweils vorhandenen Lüftungsanlagen und der Luftbewegung. Das dennoch nicht unbefriedigende Gesamtergebnis hinsichtlich des CO_2 -Gehaltes der untersuchten Stallungen ist auch auf das günstige Verhältnis von Luftraum zu GVE und auf den hohen Temperaturunterschied zwischen Stall- und Außenluft zurückzuführen, der ein besseres Funktionieren der Schwerkraftlüftung bewirkt. Daß die Sauberkeit im Stall ebenfalls einen Einfluß auf den CO_2 -Gehalt hat, sollte ausreichend bekannt sein. Die Richtigkeit der Behauptung von ROLLE (62), daß eine Holzdecke als "Lunge" des Stalles wirkt, kann daraus ersehen werden, daß Gruppe 1 und 2, bei denen in annähernd 50 % der untersuchten Ställe Holzdecken vorhanden waren, günstig zu beurteilende CO_2 -Werte zeigen.

FUHRIMANN (24) verlangt als Minimum in Rinderstallungen für die Abkühlungsgröße einen Wert von 7,0 und als Maximum einen Wert von 9,5. Mit einem Durchschnittswert von 7,73 ist diese Forderung bei den untersuchten Ställen erfüllt, und auch die Durchschnittswerte der 3 Altersgruppen sind zufriedenstellend (Gruppe 1 8,03 Gruppe 2

7,52, Gruppe 3 7,64). 18 % der untersuchten Stallungen lag unter dem geforderten Wert. Die Abkühlungsgröße wird beeinflusst von Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Daß die Werte für die Abkühlungsgröße trotz verhältnismäßig hoher relativer Luftfeuchtigkeit günstig sind, beruht auf der relativ niedrigen Durchschnittstemperatur der Stallungen und der innerhalb der geforderten Grenze liegenden Luftbewegung.

Die durchschnittlichen Werte für die Luftbewegung liegen innerhalb der von KRÜGER (41) geforderten Grenze von 0,1 - 0,2 m/sec. Als Durchschnitt aller Stallungen wurde der Wert 0,134 m/sec. ermittelt, wobei 33 % der Ställe unter dem geforderten Minimum und 11 % über dem geforderten Maximum liegen. Der Durchschnittswert beträgt bei Gruppe 1 0,148 m/sec., bei Gruppe 2 0,129 m/sec. und bei Gruppe 3 0,125 m/sec. Eine unter 0,1 m/sec. liegende Luftbewegung läßt auf einen zu geringen Luftwechsel schließen und bringt die Gefahr der Wärmestauung mit sich, während Werte über 0,2 m/sec. zu Zugluft und unerwünschter Abkühlung der Tiere führen können.

D. ZUSAMMENFASSUNG

- 1) In 100 Rinderställen des Landkreises Landsberg/Lech wurden von Dezember 1959 bis Februar 1960 stallklimatische Untersuchungen durchgeführt.
- 2) Das Durchschnittsalter der Ställe betrug 45,4 Jahre.
Die Ställe wurden nach ihrem Alter in 3 Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1:	Ställe im Alter bis zu	20 Jahren	14 %
Gruppe 2:	Ställe im Alter von 21 bis 50 Jahren		42 %
Gruppe 3:	Ställe im Alter von über	50 Jahren	44 %
- 3) Das Baumaterial der Umfassungsmauern bestand bei 85 % der Ställe aus Ziegelsteinen, bei 6 % aus Ziegel- und Natursteinen, bei 7 % aus Ziegelsteinen und Beton, bei 1 % aus Ziegelsteinen und Lehm und bei 1 % aus Beton und Natursteinen.

In den Gruppen ergab sich folgendes Bild:

- | | |
|-----------|---|
| Gruppe 1: | 85,7 % Ziegelstein, 14,3 % Ziegelstein und Beton; |
| Gruppe 2: | 85,7 % Ziegelstein, 7,1 % Ziegelstein und Beton,
4,8 % Ziegel- und Naturstein, 2,4 % Beton und Naturstein; |
| Gruppe 3: | 84,1 % Ziegelstein, 9,1 % Ziegel- und Naturstein,
4,6 % Ziegelstein und Beton, 2,2 % Ziegelstein und Lehm. |

- 4) Die Stalldecken bestanden bei 42 % der Ställe aus Holz, bei 43 % aus Stahlgewölbe und bei 15 % aus Beton.

Das Baumaterial war bei

Gruppe 1 zu 50 % Holz, zu 50 % Stahlgewölbe;

Gruppe 2 zu 47,6 % Holz, zu 40,5 % Stahlgewölbe,
zu 11,9 % Beton;

Gruppe 3 zu 34,1 % Holz, zu 59,1 % Stahlgewölbe,
zu 6,8 % Beton.

- 5) Das Standplatzmaterial bestand bei 47 % der Ställe aus Ziegelsteinen, bei 29 % aus Ziegelsteinen und Beton, bei 16 % aus Beton, bei 4 % aus Holz und bei je 2 % aus Harrizit bzw. aus Ziegelsteinen und Holz.

Die Gruppen zeigten folgende Verteilung:

Gruppe 1: 57,1 % Beton, 14,3 % Ziegelstein, 14,3 % Ziegelstein und Beton, 14,3 % Harrizit;

Gruppe 2: 52,4 % Ziegelstein, 28,6 % Ziegelstein und Beton, 11,9 % Beton, 4,7 % Holz, 2,4 % Ziegelstein und Holz;

Gruppe 3: 52,3 % Ziegelstein, 34,1 % Ziegelstein und Beton, 6,8 % Beton, 4,5 % Holz, 2,3 % Ziegelstein und Holz.

- 6) Pro GVE standen durchschnittlich $18,8 \text{ m}^3$ Luftraum zur Verfügung.

Die Durchschnittswerte waren bei

Gruppe 1 $20,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$,

Gruppe 2 $17,6 \text{ m}^3/\text{GVE}$ und

Gruppe 3 $18,0 \text{ m}^3/\text{GVE}$.

- 7) Als Aufstellungsart wurde bei 94 % der Ställe der Mittellangstand und bei 6 % der Langstand vorgefunden.

Gruppe 1 hatte zu 85,7 % den Mittellangstand, zu 14,3 % den Langstand;

Gruppe 2 hatte zu 95,2 % den Mittellangstand, zu 4,8 % den Langstand;

Gruppe 3 hatte zu 95,4 % den Mittellangstand, zu 4,6 % den Langstand.

- 8) Das durchschnittliche Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche betrug bei den untersuchten Ställen 1 : 24.

Gruppe 1 zeigte ein Verhältnis von 1 : 12,

Gruppe 2 von 1 : 21,

Gruppe 3 von 1 : 39.

- 9) Bei 65 % der untersuchten Ställe wurden Lüftungsanlagen angetroffen. Als Lüftungseinrichtungen waren zu 26 % Luftschächte, zu 18 % Futterlöcher, zu 11 % Wandschächte, zu 5 %

Luftschächte und Futterlöcher, zu 4 % Kippfenster und zu 1 % Ventilatoren vorhanden.

Bei Gruppe 1 besaßen 71,4 %, bei Gruppe 2 61,9 % und bei Gruppe 3 65,9 % der Stallungen eine Lüftungseinrichtung.

- 10) Bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von $-4,4^{\circ}\text{C}$ betrug die durchschnittliche Stalltemperatur $13,9^{\circ}\text{C}$, in Gruppe 1 $13,5^{\circ}\text{C}$, in Gruppe 2 $14,2^{\circ}\text{C}$ und in Gruppe 3 $13,6^{\circ}\text{C}$.

- 11) Der durchschnittliche Wert für die relative Luftfeuchtigkeit betrug 87,4 % bei einem Durchschnittswert der relativen Außenfeuchtigkeit von 90,2 %.

Im Mittel betrug die relative Luftfeuchtigkeit bei Gruppe 1 79,0 %, bei Gruppe 2 88,0 % und bei Gruppe 3 94,0 %.

- 12) Der durchschnittliche CO_2 -Gehalt betrug 0,31 %.

Gruppe 1 zeigte durchschnittlich 0,23 % CO_2 , Gruppe 2 0,31 % CO_2 und Gruppe 3 0,39 % CO_2 .

- 13) Die Abkühlungsgröße betrug im Durchschnitt 7,73, bei Gruppe 1 8,03, bei Gruppe 2 7,52 und bei Gruppe 3 7,64.

- 14) Die Luftbewegung hatte einen Durchschnittswert von 0,134 m/sec.

Die 3 Gruppen zeigten folgende Durchschnittswerte:

Gruppe 1 0,148 m/sec.,

Gruppe 2 0,129 m/sec. und

Gruppe 3 0,125 m/sec.

D. SUMMARY

1) During the period from December 1959 to February 1960 research in house climate of 100 stables of cattle was done.

2) The average age of those stables was 45,4 years.

The stables got grouped according to their age:

group 1: stables with an age up to 20 years 14 %

group 2: stables from 21 to 50 years old 42 %

group 3: stables with an age of more than 50 years 44 %.

3) The building material of the enclosing walls consisted to 85 % of brick, to 6 % of brick and natural stone, to 7 % of brick and concrete, to 1 % of brick and clay and to 1 % of concrete and natural stone.

The ratio according to groups was as follows:

group 1: 85,7 % brick, 14,3 % brick and concrete;

group 2: 85,7 % brick, 7,1 % brick and concrete,

4,8 % brick and natural stone,

2,4 % concrete and natural stone;

group 3: 84,1 % brick, 9,1 % brick and natural stone,

4,6 % brick and concrete, 2,2 % brick and clay.

4) The ceilings of those stables consisted to 42 % of wood, to 43 % of steel arch and to 15 % of concrete.

The building material was

for group 1: 50 % wood, 50 % steel arch;

for group 2: 47,6 % wood, 40,5 % steel arch, 11,9 % concrete;

for group 3: 34,1 % wood, 59,1 % steel arch, 6,8 % concrete.

- 5) The material of the standings for cattle consisted to 47 % of brick, to 29 % of brick and concrete, to 16 % of concrete, to 4 % of wood, to 2 % of Harrizit and to 2 % of brick and wood.

The ratio of standing material in the groups was as follows:

group 1: concrete 57,1 %, brick 14,3 %, brick and concrete 14,3 %, Harrizit 14,3 %;

group 2: brick 52,4 %, brick and concrete 28,6 %, concrete 11,9 %, wood 4,7 %, brick and concrete 2,4 %;

group 3: brick 52,3 %, brick and concrete 34,1 %, concrete 6,8 %, wood 4,5 %, brick and wood 2,3 %.

- 6) The average of atmosphere was $18,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$.

The average results for group 1 were $20,8 \text{ m}^3/\text{GVE}$,

for group 2 $17,6 \text{ m}^3/\text{GVE}$ and for group 3 $18,0 \text{ m}^3/\text{GVE}$.

- 7) For way of installment of cattle there was used medium standing for 94 % of the stables, long standing for 6 %.

Group 1: medium standing 87,5 %, long standing 14,3 %;

group 2: medium standing 95,2 %, long standing 4,8 %;

group 3: medium standing 95,4 %, long standing 4,6 %.

- 8) The square dimension of window to floor of the stables researched was on an average of 1 : 24.
Group 1 had a ratio of 1 : 12, group 2 of 1 : 21 and group 3 of 1 : 39.
- 9) 65 % of all stables researched had ventilating fans.
The ventilating systems used were: air-shafts 26 %, chutes for forage 18 %, wall-shafts 11 %, air-shafts and chutes for forage 5 %, windows for draughtless ventilation 4 % and ventilators 1 %.
71,4 % of the stables from group 1, 61,9 % from group 2 and 65,9 % from group 3 used ventilating fans.
- 10) An average outdoor temperature of $-4,4^{\circ}\text{C}$ caused an average interior temperature of $13,9^{\circ}\text{C}$, that amounted for group 1 to $13,5^{\circ}\text{C}$, for group 2 to $14,2^{\circ}\text{C}$ and for group 3 to $13,6^{\circ}\text{C}$.
- 11) The average quantity of relative dampness of air amounted to 87,4 %, at an average of relative outdoor dampness of air of 90,2 %.
The average quantity of relative dampness of air was:
79,0 % for group 1, 88,0 % for group 2 and 94,0 % for group 3.
- 12) The average quantity of CO_2 was 0,31 %.
Group 1 had an average of 0,23 CO_2 ,
group 2 of 0,31 % CO_2 and
group 3 of 0,39 % CO_2 .

- 13) The unit of loss due to cooling was on an average of 7,73, that amounted for group 1 to 8,03, for group 2 to 7,52 and for group 3 to 7,64.
- 14) The circulation of air had an average speed of 0,134 m/sec. The 3 groups had average speeds as follows:
- | | | | |
|---------|---------------|---------|------------------|
| group 1 | 0,148 m/sec., | group 2 | 0,129 m/sec. and |
| group 3 | 0,125 m/sec. | | |

E. ÜBERSICHTSTABELLEN

Tabelle I enthält die baulichen Größenverhältnisse und die stallklimatischen Meßergebnisse in der Reihenfolge der untersuchten Ställe. In Tabellen II - IV sind Baumaterial der Umfassungsmauern, Stallböden und Stalldecken und Aufstallungsart der untersuchten Ställe, zusammengefaßt in den Altersgruppen 1 - 3, wiedergegeben.

Erklärungen zu den Spaltennummern von Tabelle I:

- 1) Stallnummer
- 2) Alter des Stalles in Jahren
- 3) Fläche des Stalles in m^2
- 4) Höhe des Stalles in m
- 5) Rauminhalt des Stalles in m^3
- 6) Großvieheinheiten (GVE)
- 7) Raum pro GVE in m^3
- 8) Fensterzahl
- 9) Fensterfläche in m^2
- 10) Fensterfläche : Bodenfläche
- 11) Lüftungseinrichtungen
 - FL = Futterloch
 - K = Kippfenster
 - LSch = Luftschacht

WSch = Wandschacht

V = Ventilator

- 12) Außentemperatur in $^{\circ}\text{C}$
- 13) Innentemperatur in $^{\circ}\text{C}$
- 14) Relative Luftfeuchtigkeit der Außenluft in %
- 15) Relative Luftfeuchtigkeit der Stallluft in %
- 16) CO_2 -Gehalt in Atemhöhe in %
- 17) CO_2 -Gehalt 30 cm unter der Decke in %
- 18) Abkühlungsgröße in $\text{mgcal/cm}^2/\text{sec}$.
- 19) Luftbewegung in m/sec .
- 20) Haltung der Tiere

g = gut

m = mäßig

s = schlecht

Tabelle I: Bautechnische Daten und statklimatische Meßegebnisse

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	132,0	2,80	369,6	16	23,1	6	7,20	18,3	-	4	18	82	85	0,21	0,19	8,05	0,342 g	
2	42	72,0	2,40	172,8	11	15,7	3	2,65	27,1	LSch	2	18	87	95	0,25	0,31	7,10	0,205 g	
3	45	72,0	2,40	173,4	8	21,7	3	2,10	34,3	LSch	3	18	84	94	0,32	0,35	6,41	0,138 g	
4	4	96,0	2,60	249,6	11	22,7	4	3,60	26,7	LSch	2	17	91	92	0,30	0,30	6,60	0,130 g	
5	6	150,0	2,60	389,5	26	14,9	9	8,91	16,8	LSch FL	3	14	86	72	0,28	0,26	7,86	0,136 g	
6	52	61,0	2,10	128,0	11	11,6	4	1,92	31,7	LSch	1	17	92	90	0,27	0,29	7,52	0,266 m	
7	34	69,0	2,35	162,7	15	10,8	4	3,96	17,4	-	3	19	97	81	0,17	0,16	6,01	0,129 m	
8	61	28,0	2,10	59,3	6	9,9	2	1,60	17,5	-	2	18	89	86	0,28	0,30	5,80	0,110 s	
9	33	121,6	2,70	328,3	14	23,4	6	4,62	26,3	-	4	17	91	88	0,15	0,14	6,64	0,117 g	
10	71	107,0	2,25	241,0	14	17,2	4	4,80	22,7	-	0	19	94	94	0,40	0,46	5,46	0,080 s	
11	61	65,0	2,50	162,5	13	12,5	4	2,70	24,1	LSch	3	17	78	83	0,36	0,38	6,10	0,081 m	
12	4	96,0	2,60	249,6	11	22,7	4	3,60	26,7	LSch	2	16	84	75	0,24	0,23	6,81	0,109 g	
13	13	35,2	2,20	77,4	3	25,8	3	2,31	15,2	-	-4	16	72	78	0,26	0,29	6,81	0,109 g	
14	40	60,6	2,30	139,4	8	17,4	5	4,50	13,4	-	-2	16	90	86	0,33	0,39	6,68	0,108 m	
15	35	74,4	2,25	167,4	11	15,2	4	2,90	25,6	-	-3	14	88	82	0,29	0,31	6,95	0,074 g	
16	80	84,0	2,10	176,4	15	11,8	4	4,40	19,1	LSch	-6	15	91	93	0,32	0,37	6,83	0,084 s	
17	55	47,6	2,60	123,7	9	13,2	4	3,80	12,5	LSch	-4	14	86	87	0,28	0,31	7,72	0,129 g	
18	27	62,7	2,55	159,9	9	17,8	5	4,30	14,6	LSch	-4	15	86	84	0,26	0,27	6,89	0,091 g	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
19	33	180,0	2,10	378,0	21	18,0	8	5,4	33,3	FL	-5	13	91	76	0,22	0,22	7,29	0,078	g
20	35	98,6	2,50	246,5	11	22,4	4	4,3	27,2	FL	-4	14	89	80	0,19	0,21	8,24	0,172	m
21	25	71,5	2,30	164,5	8	20,6	4	4,3	16,6	FL	-3	16	87	86	0,29	0,28	6,81	0,103	g
22	67	71,3	2,10	149,7	6	24,9	4	4,8	14,7	-	-4	16	87	92	0,37	0,41	7,19	0,143	m
23	6	150,0	2,60	389,5	25	15,6	9	8,9	16,8	LSch FL	-7	11	77	73	0,29	0,29	8,34	0,103	g
24	72	98,6	2,10	207,0	11	18,8	4	2,9	34,0	-	-4	15	86	92	0,33	0,37	8,51	0,238	s
25	50	70,4	2,50	176,0	8	22,0	4	2,7	26,0	-	-4	14	72	87	0,32	0,34	7,23	0,094	g
26	55	47,0	2,40	113,0	6	18,8	3	2,4	19,5	-	-3	15	78	74	0,30	0,33	7,31	0,163	g
27	33	121,6	2,70	328,3	15	21,9	6	4,6	26,4	-	-2	15	77	86	0,27	0,28	8,01	0,185	g
28	31	68,2	2,10	143,2	8	17,9	4	2,2	31,0	LSch	-2	15	83	92	0,35	0,43	7,89	0,171	m
29	56	60,0	2,60	156,0	6	26,0	4	2,4	25,0	-	-6	12	82	75	0,24	0,22	8,52	0,135	m
30	63	147,0	2,15	316,0	18	17,5	5	4,5	32,7	LSch	-7	14	90	89	0,24	0,30	8,24	0,172	g
31	75	75,9	2,20	167,0	8	20,9	4	3,2	23,7	-	-5	12	87	94	0,40	0,41	7,86	0,092	g
32	65	80,6	2,30	185,0	6	30,8	4	3,2	25,0	FL	-8	12	95	97	0,43	0,47	9,67	0,201	s
33	60	67,0	2,10	141,0	8	17,3	3	2,6	25,7	FL	-7	15	92	85	0,27	0,30	7,91	0,175	s
34	39	48,0	2,20	105,6	7	15,1	4	4,4	10,9	-	-7	14	95	88	0,28	0,31	7,26	0,095	g
35	34	144,0	2,40	346,0	16	21,6	5	4,2	34,3	FL	-8	15	90	82	0,25	0,28	7,91	0,175	g
36	39	61,0	2,10	128,0	12	10,7	4	1,9	32,1	LSch	-9	13	90	92	0,41	0,47	8,24	0,143	g

Fortsetzung Tabelle I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
37	70	123,5	2,20	271,7	14	19,4	5	5,4	22,9	LSch	-11	11	94	93	0,40	0,49	9,10	0,112	m
38	34	69,0	2,35	162,7	13	12,5	4	4,0	17,2	-	-6	15	93	91	0,32	0,35	6,89	0,091	m
39	60	54,0	2,05	110,7	9	12,3	2	0,7	12,9	LSch	-6	15	90	95	0,43	0,47	7,31	0,163	m
40	41	48,0	2,20	105,6	6	17,9	3	2,2	21,8	FL	-4	14	91	96	0,36	0,37	7,12	0,086	m
41	7	306,0	2,70	826,2	40	20,7	13	12,9	23,7	LSch	-4	14	90	78	0,18	0,18	7,51	0,112	g
42	38	27,0	2,20	59,4	4	14,8	2	1,6	16,8	-	-6	15	92	87	0,27	0,31	8,51	0,238	g
43	2	132,0	2,80	369,5	17	21,7	6	7,2	18,3	-	-7	13	96	82	0,27	0,29	8,34	0,151	g
44	71	166,4	2,40	399,0	19	21,0	5	4,0	41,6	WSch	-9	15	96	97	0,49	0,61	7,31	0,163	s
45	40	68,2	2,40	163,7	7	23,4	4	3,7	18,4	WSch	-4	15	90	78	0,22	0,25	8,51	0,238	m
46	33	85,5	2,15	183,8	17	10,8	3	2,9	29,5	LSch	-3	17	87	90	0,31	0,37	7,12	0,266	g
47	64	83,2	2,70	224,6	9	24,9	5	6,0	13,9	LSch	-3	15	88	81	0,22	0,20	6,83	0,084	g
48	38	87,1	2,15	187,3	14	13,4	4	2,4	36,3	LSch	-3	14	90	83	0,31	0,33	7,26	0,095	m
49	90	58,2	2,10	122,0	7	17,4	2	1,3	44,8	-	-5	15	92	94	0,44	0,50	7,89	0,171	s
50	66	240,0	2,45	588,0	20	29,4	5	4,9	48,9	LSch	-5	14	91	88	0,24	0,28	8,24	0,172	g
51	55	40,6	2,30	93,4	7	13,3	3	3,8	10,7	-	-7	11	92	85	0,27	0,29	9,88	0,259	g
52	44	91,0	2,40	218,4	11	19,8	4	3,4	26,8	FL	-3	14	88	90	0,36	0,38	7,26	0,095	g
53	40	68,5	2,20	150,6	6	25,1	6	4,4	15,6	-	-3	13	91	88	0,32	0,36	8,51	0,197	g
54	76	66,0	2,30	152,0	11	13,8	4	4,7	14,0	LSch	-4	14	94	92	0,33	0,42	8,44	0,195	g

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
55	62	276,0	2,90	800,4	40	20,0	9	12,0	23,0 FL	K	-6	12	94	95	0,24	0,31	8,29	0,121	g
56	58	203,0	2,70	548,0	20	27,4	7	8,4	24,2 FL		-6	13	94	94	0,38	0,43	7,87	0,106	m
57	1	130,0	2,50	325,0	18	18,0	7	6,8	19,1 WSch		-9	10	96	88	0,17	0,18	8,83	0,112	g
58	40	68,5	2,20	150,6	6	25,1	6	4,4	15,6 LSch		-7	13	92	76	0,23	0,24	8,01	0,123	g
59	42	63,0	2,20	138,6	10	13,8	4	3,6	17,5 WSch		-5	12	90	84	0,26	0,22	8,66	0,147	g
60	38	140,0	2,50	350,0	16	21,9	5	5,4	25,9 FL	LSch	-4	13	89	82	0,19	0,17	8,52	0,164	g
61	68	35,0	2,20	77,0	6	12,8	2	1,4	25,0 LSch		-8	15	94	87	0,27	0,29	8,01	0,185	g
62	81	39,0	2,10	81,9	6	13,6	3	2,0	19,5 FL		-10	14	94	94	0,26	0,30	7,23	0,094	g
63	39	72,0	2,40	172,8	12	14,4	3	2,6	27,7 FL		-12	12	97	91	0,33	0,37	7,54	0,071	g
64	60	41,4	2,20	91,1	6	15,2	4	2,7	15,3 FL		-9	12	94	89	0,30	0,32	7,50	0,071	g
65	90	100,8	2,20	241,6	16	15,1	5	2,8	39,2	-	-5	11	96	94	0,41	0,50	7,94	0,075	s
66	56	60,0	2,60	156,0	6	26,0	4	2,4	25,0	-	-8	13	92	88	0,23	0,25	8,17	0,137	m
67	63	147,0	2,15	316,0	18	17,5	5	4,5	32,7 LSch		-10	11	94	92	0,31	0,37	8,96	0,144	m
68	7	360,0	3,00	108,0	46	23,5	18	15,8	22,8 WSch		-5	11	90	79	0,16	0,16	9,70	0,204	s
69	69	196,0	2,60	509,6	31	16,4	9	9,7	20,2	-	-4	14	90	86	0,24	0,27	7,86	0,136	g
70	40	77,0	2,30	177,1	9	19,7	4	5,3	14,5 K		-2	14	88	81	0,21	0,20	7,97	0,149	g
71	59	289,0	2,40	693,6	31	22,4	5	7,2	40,1 FL		-6	14	91	86	0,18	0,27	9,70	0,334	g
72	63	140,0	2,70	378,0	18	21,0	6	7,9	17,7 WSch		-7	15	90	87	0,21	0,27	8,01	0,185	g

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
73	65	78,0	2,30	185,4	9	20,6	4	4,3	18,1	LSch	-5	13	85	85	0,21	0,29	8,03	0,101	m
74	53	169,0	2,30	388,7	18	21,6	5	5,6	30,2	FL	-5	13	87	94	0,32	0,39	7,31	0,078	g
75	78	81,2	2,20	178,6	9	19,8	3	2,9	28,0	-	-11	10	94	98	0,53	0,64	8,83	0,113	s
76	60	149,0	2,70	523,8	24	21,8	5	4,7	41,2	K	-7	12	92	83	0,32	0,39	7,54	0,071	g
77	39	63,0	2,40	151,2	8	18,9	3	2,8	22,5	-	-4	13	92	94	0,25	0,28	8,65	0,177	g
78	33	135,0	2,80	378,0	18	21,0	6	7,8	17,3	FL	-5	13	90	73	0,19	0,22	8,01	0,123	g
79	2	150,0	2,40	360,0	17	21,2	6	6,2	24,2	WSch	-5	12	89	79	0,17	0,16	8,90	0,166	g
80	10	56,0	2,20	123,2	8	15,4	3	1,6	35,0	-	-3	14	85	87	0,28	0,29	7,86	0,136	g
81	65	418,0	3,20	1337,6	58	23,1	10	10,4	40,2	FL	-6	12	91	89	0,21	0,26	7,85	0,090	m
82	27	28,8	2,00	57,6	6	9,6	2	0,7	41,1	-	-8	13	89	97	0,52	0,59	7,10	0,066	g
83	58	210,0	2,60	546,0	21	26,0	8	10,6	19,8	LSch V	-3	14	85	94	0,41	0,51	6,83	0,070	m
84	75	143,0	2,30	328,9	16	20,5	9	7,3	19,6	FL	-2	11	88	77	0,16	0,16	8,80	0,131	m
85	91	88,0	2,40	211,2	8	26,4	4	2,6	33,8	LSch	-2	14	90	97	0,57	0,61	6,95	0,074	s
86	1	82,5	2,40	198,0	8	24,7	4	4,2	19,6	WSch	-5	12	92	74	0,18	0,19	8,90	0,166	g
87	61	67,5	2,10	141,7	7	20,2	4	3,7	18,2	-	-7	13	95	92	0,43	0,48	8,08	0,123	m
88	39	77,2	2,20	169,8	11	15,4	3	3,1	24,9	FL	-8	13	94	91	0,37	0,40	7,16	0,069	m
89	72	169,0	2,50	422,5	19	22,2	6	6,1	27,7	FL	-2	14	87	93	0,38	0,44	7,86	0,136	m
90	3	225,0	2,80	630,0	25	25,2	8	8,2	27,4	WSch	-6	12	88	75	0,19	0,20	7,90	0,095	g

Fortsetzung Tabelle I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
91	31	90,2	2,60	234,5	10	23,4	4	3,0	30,1	WSch	-8	15	84	89	0,21	0,29	7,31	0,163	g
92	73	180,0	2,60	468,0	16	29,2	5	5,2	34,6	-	-8	10	90	96	0,31	0,42	7,94	0,065	s
93	39	180,0	2,50	450,0	30	15,0	5	4,9	36,7	-	-6	12	92	93	0,37	0,44	7,50	0,071	m
94	34	102,4	2,40	238,7	15	15,9	3	4,6	22,3	-	-8	13	89	92	0,36	0,40	7,10	0,066	g
95	38	31,2	2,20	68,6	4	17,1	2	1,7	12,7	FL	-12	12	91	95	0,42	0,51	7,70	0,089	m
96	39	70,0	2,10	147,0	8	18,4	5	2,7	25,9	K	2	14	95	89	0,29	0,36	7,86	0,136	g
97	39	90,0	2,15	193,5	11	17,6	5	5,4	16,7	WSch	-3	13	94	94	0,41	0,52	7,16	0,069	m
98	39	47,2	2,15	102,5	6	17,1	4	2,6	18,1	-	-1	14	93	86	0,19	0,21	7,91	0,144	m
99	35	36,4	2,70	98,3	7	12,6	2	2,6	14,0	LSch	-3	15	91	95	0,48	0,52	6,49	0,065	s
100	29	12,8	2,05	26,2	2	13,1	1	0,8	16,0	-	-3	9	92	96	0,37	0,44	8,57	0,076	s

Tabelle II: Gruppe 1: Baumaterial von Umfassungsmauern,
Stallböden und Stalldecken und Aufstallungs-
art.

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. -Art
1	Ziegelstein	Harrizit	Holz	Mittellangst.
4	Ziegelstein und Beton	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
5	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
12	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
13	Ziegelstein und Beton	Beton	Holz	Mittellangst.
23	Ziegelstein	Beton	Holz	Mittellangst.
41	Ziegelstein	Beton	Beton	Mittellangst.
43	Ziegelstein	Beton	Holz	Mittellangst.
57	Ziegelstein	Harrizit	Beton	Mittellangst.
68	Ziegelstein	Beton	Beton	Mittellangst.
79	Ziegelstein	Beton	Beton	Mittellangst.
80	Ziegelstein	Beton	Beton	Langstand
86	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Beton	Mittellangst.
90	Ziegelstein	Beton	Beton	Mittellangst.

Tabelle III: Gruppe 2: Baumaterial von Umfassungsmauern,
Stallböden und Stalldecken und
Aufstellungsart.

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstell. -Art
2	Ziegel- und Naturstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
3	Ziegelstein	Holz	Holz	Mittellangst.
7	Ziegelstein	Ziegelstein und Holz	Holz	Mittellangst.
9	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
14	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Langstand
15	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
18	Ziegelstein	Ziegelstein	Beton	Mittellangst.
19	Ziegelstein	Beton	Holz	Mittellangst.
20	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
21	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
25	Ziegelstein	Holz	Holz	Mittellangst.
27	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
28	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
34	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Beton	Mittellangst.

Fortsetzung Tabelle III.

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. - Art
35	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
36	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
38	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
40	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
42	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
45	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
46	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
48	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
52	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
53	Ziegelstein und Beton	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
58	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
59	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
60	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
63	Ziegel- und Naturstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.

Fortsetzung Tabelle III.

Stall-Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. - Art.
70	Ziegelstein	Beton	Holz	Mittellangst.
77	Ziegelstein und Beton	Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
78	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
82	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
88	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
91	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
93	Ziegelstein	Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
94	Beton und Naturstein	Beton	Holz	Mittellangst.
95	Ziegelstein	Ziegelstein	Beton	Mittellangst.
96	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Beton	Mittellangst.
97	Ziegelstein und Beton	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
98	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
99	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
100	Ziegelstein	Ziegelstein	Beton	Langstand

Tabelle IV: Gruppe 3: Baumaterial von Umfassungsmauern,
Stallböden und Stalldecken und
Aufstellungsart.

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstell. - Art
6	Ziegelstein und Beton	Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
8	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
10	Ziegel- und Naturstein	Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
11	Ziegelstein	Holz	Holz	Mittellangst.
16	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
17	Ziegelstein u. Naturst.	Holz	Holz	Mittellangst.
22	Ziegelstein	Bet. u. Zie- gelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
24	Ziegelstein	Bet. u. Zie- gelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
26	Ziegelstein	Holz	Holz	Mittellangst.
29	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
30	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
31	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Langstand

Fortsetzung Tabelle IV:

Stall - Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. - Art.
32	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
33	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
37	Ziegel- und Naturstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
39	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
44	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
47	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
49	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
50	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
51	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
54	Ziegelstein und Beton	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
55	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
56	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
61	Ziegelstein	Beton	Beton	Mittellangst.
62	Ziegelstein und Lehm	Ziegelstein und Beton	Holz	Mittellangst.
64	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.

Fortsetzung Tabelle IV:

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. - Art.
65	Ziegel- und Naturstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
66	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
67	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
69	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
71	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
72	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
73	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
74	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
75	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
76	Ziegelstein	Ziegelstein und Beton	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
81	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
83	Ziegelstein	Holz	Beton	Langstand
84	Ziegelstein	Ziegelstein	Beton	Mittellangst.
85	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.

Fortsetzung Tabelle IV.

Stall- Nr.	Umfassungsmauer	Stallboden	Stalldecke	Aufstall. - Art
87	Ziegelstein	Ziegelstein	Holz	Mittellangst.
89	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.
92	Ziegelstein	Ziegelstein	Stahlge- wölbe	Mittellangst.

F. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- 1) ALB: Musterblatt 6525.
Rindviehstall - Anbindestall.
Verlag Neureuter, Wolfratshausen 1963.
- 2) Amschler, W., u.
Novak, H.: Vergleichende Untersuchungen über
Temperatur, relative und absolute Luft-
feuchtigkeit in einem Freiluftstall und
einem gewöhnlichen Kuhstall.
Zchtgskde. 26, (1954) : 147.
- 3) Binkert, E.: Erfahrungen mit Offenställen im ersten
Winter.
Tierzüchter 5 (1953) : 295.
- 4) Brody, S.: Zit. in Res. Bull. Mo. Agric. Exp.
Station 423 (1948).
- 5) Brooks, H.I. u.
Hays, W.R.: Der Einfluß der Umgebungstemperatur
auf den prozentigen Fettgehalt der
Kuhmilch.
Zchtgskde. 1, Heft 9 (1926) : 496.
- 6) Brüggemann, J.: Viehhaltung im Bauernbetrieb.
DLG-Verlag GmbH, Frankfurt 1954/55:
276-278.
- 7) Buxtorf, A.: Einführung des Katathermometers in
die stallhygienische Meßtechnik.
Diss. vet. med. Zürich 1942.
- 8) Cammerer, J.S.: Über Feuchtigkeitswanderungen in den
Wänden von Wohnräumen und Stallungen.
Gesundh. Ing. Bd. 62 (1939) : 306.

- 9) Cockrill, R.: Tiergesundheit und Tierhaltung in der tierischen Produktion.
Tierärztl.Umsch. 20 (1965): 382-383.
- 10) Cords-Parchim, W.: Der gesunde Stall - Wärmeschutz und Belüftung der Viehställe.
Verlag Brockhaus, Tempelhof Berlin 1947.
- 11) Dahmen, H.: Lehrbuch der Veterinärhygiene.
Verlag Parey, Berlin 1941.
- 12) Deutsch, E.: Untersuchungen über den Einfluß der Bauart der Stallungen und der Führung des Stallbetriebes auf die Beschaffenheit der Stallluft.
Diss.med.vet. Berlin 1928.
- 13) Dinkhauser, F.: Der zweckmäßige Rindviehstall.
Verlag Parey, Berlin 1933.
- 14) Dorno, E. und Loewy, F.: Wie weit können wir aus physikalischen Messungen Schlüsse auf die Wärmeproduktion und den Wasserhaushalt des Menschen ziehen?
Zeitschr.f.physik. Therapie 35 (1938): 185.
- 15) Ehrenberg, P.u. Briese, H.: Zur Frage der Kältewirkung auf den Milchertrag.
Zchtgskde. 7 (1932): 214-219.

- 16) Eichhorn, H.: Funktionsgerechte neue Aufstallungsformen.
Bauen auf dem Lande 16 (1965):
105-107.
- 17) Eichhorn, H. und Sedlmeier, M.: Ein neues Boxenlaufstall-System für
Rinder.
Bauen auf dem Lande 14 (1963): 49-52.
- 18) Färber, A.: Viehhaltung und Stallverhältnisse im
Bayerischen Wald.
Diss.med.vet. München 1951.
- 19) Felix, O. und Hug, P.: Der Milchviehstall für schweizerische
Verhältnisse.
Verlag d. Verbandsdruckerei, Bern 1953.
- 20) Förster, A.E.: Vorzüge und Nachteile der offenen
Laufställe.
Mittlg.d.DLG 69 (1954): 1122.
- 21) Förster, A.E.: Vorzüge und Nachteile der offenen
Laufställe.
Mittlg.d.DLG 47 (1954): 1124.
- 22) Frank, G.: Untersuchungen der Stallluft und der
Lüftungseinrichtungen in Stallungen des
Landkreises Kulmbach (Ofr.).
Diss.med.vet.München 1951.
- 23) Frey, X.: Messungen der Beleuchtungsstärke
in Rinderstallungen.
Diss.med.vet.Zürich 1939.
- 24) Fuhrmann, K.: Beitrag zur Bestimmung des Stallklimas
(Versuche mit dem Katathermometer in
Rinderstallungen).
Diss.med.vet. Zürich 1944.

- 25) Gerspach, K.: Stallbau und gesunde Tierhaltung.
Verlag Müller, Karlsruhe 1956.
- 26) Graf, D.: Stallklimatische Untersuchungen in
alten und neuen Rinder- und Schweine-
stallungen des Landkreises Donauwörth.
Diss. med. vet. München 1964.
- 27) Heckl, R.: Baustoffe, Bauteile und Wärmeschutz.
Bauen auf dem Lande 7 (1956): 41.
- 28) Heinze, A.: Der Pferdestall, sein Bau und seine
Ausstattung.
Verlag Karl, Leipzig 1906.
- 29) Hess, E.: Die Offenstallung in der Schweiz.
Die grüne schweizer. landw. Zschr.,
Sonderm. v. 15. 2. 1952.
- 30) Hill, L.: The Katathermometer in Studies of
Body Heat and Efficiency.
H. M. Stationary Office London, Spec.
Rep. Sr. Nr. 73 (1923).
- 31) Hussel, L.: Lehrbuch der Veterinärhygiene.
Verlag Hirzel, Leipzig 1963.
- 32) Jentsch, A.: Stallbauten in Tierheilkunde und
Tierzucht.
Stang u. Wirth 9 (1931): 521.
- 33) Kalich, J.: Der Einfluß einiger Umweltfaktoren
auf die Winter- und die Sommermast
der Schweine.
Mitt. f. Tierhaltung Heft 72 (1961):
9-15.

- 34) Kalich, J.: Aufgabe und Stand der Tierhygiene.
Tierärztl.Umsch. 16 (1961): 70.
- 35) Kalich, J.: Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neugebauten Rinderställen in Süddeutschland.
Tierärztl.Umsch. 16 (1961): 374.
- 36) Kibler, H.H. u.
Brody, S.: Zit. in Res.Bull.Mo.Agric.Exp.
Station 450 (1949).
- 37) Kienle, W.: Stallklimatische Untersuchungen in Rinder- und Schweinestallungen des Landkreises Landau/Is.
Diss.med.vet.München 1960.
- 38) Klever, H.: Offenstall - Anbindestall.
Mittlg. d. DLG 74 (1959): 304.
- 39) Klimmer, M.: Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere.
Verlag Parey, Berlin 1924.
- 40) Klinck, G. und
Gratz, W.: Bauten für die Schweinehaltung
Verlag Neumann, Radebeul 1958.
- 41) Krüger, H.: Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in Rinder- und Schweineställen der oberrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der Abkühlungsgröße.
Diss.med.vet.München 1960.
- 42) Küntzel, C.: Der Rindviehstall.
Reichsnährstandsverlag, Berlin 1937.

- 43) Kulke, E.: Milchviehställe, Neu- und Umbauten.
Verlag Mann, Hildesheim 1954.
- 44) Kübitz, H.: Beitrag zum Offenstallproblem.
Tierärztl. Umsch. 2 (1954): 81-133.
- 45) Lauff, G.: Der Einfluß der Haltung der Haustiere
auf ihren Gesundheitszustand unter Be-
rücksichtigung der Anforderungen an
moderne Stallbauten.
Diss. med. vet. Hannover 1920.
- 46) Mally, J.: Pferdezücht.
Verlag Österr. Agrar. Wien 1952.
- 47) Märker, M.: Versuche über Porosität, sowie über
den künstlichen und natürlichen Luft-
wechsel in Stallgebäuden.
Journal f. Landw. (1869).
- 48) Märker, M. und
Schulze, H.: Über den CO₂-Gehalt der Stallluft und
den Luftwechsel in Stallungen.
Journal f. Landw. (1869).
- 49) Marschall, Frhr. v.
und Würz, G.: Zweckmäßige Aufstallung des Milch-
viehs. Flugschrift 3 - Landwirtschaft-
licher Betrieb der preußisch. Versuchs-
u. Forschungsanstalt für Tierzucht in
Tschechnitz.
- 50) Meissner, A.: Der Einfluß der Ventilation auf die
Stallluft.
Zchtgskde. 6, Heft 5 (1931): 197.
- 51) Mießner, H.: Moderne Stallbauten.
Dtsch. tierärztl. Wschr. 45 (1937): 127.

- 52) Münsterer, F.: Untersuchungen über Lüftungsverhältnisse in Rinder- und Schweinestallungen. Diss.med.vet. München 1953.
- 53) Nußhag, W.: Die Hygiene der Tierunterkünfte. Mh.Vet.Med. 7 (1952): 428-450.
- 54) Ober, I.: Der Rindviehstall. Verlag Ulmer, Stuttgart 1957.
- 55) Ober, I.: Gesundes Stallklima. Bayer.Landwirtsch.-Verlag, Bonn-München-Wien 1957.
- 56) Ohl, R.: Luftfeuchtigkeit, Tiergesundheit und Haltung im richtigen Zusammenhang. Zschr. Tierzüchtung u. Züchtungsbiol. 63 (1954): 329.
- 57) Pechert, H.: Probleme der Bioklimatologie und des Stallklimas bei der Rinder- und Schweinehaltung. Tierzüchter Bd. 12 (1960): 8.
- 58) Rako, A. und Marinic, J.: Einfluß des Lichtes auf die Milchleistung bei Kühen. Zschr.Tierzüchtung u. Züchtungsbiol. 60 (1952): 80.
- 59) Raschert, H.: Entsprechen die Lichtverhältnisse in unseren Rinderstallungen den gesundheitspfleglichen Anforderungen und läßt sich ein Einfluß derselben auf das Vorkommen der Tuberkulose nachweisen? Diss.med.vet. Berlin 1935.

- 60) Rautmann, H.: Tiergesundheitspflege.
Deutscher Bauernverlag, Berlin 1953.
- 61) Reischl, L.: Stallhygienische Untersuchungen in Rinder-
ställen des Kreises Aichach unter Berück-
sichtigung der Milchleistung.
Diss.med.vet.München 1960.
- 62) Rolle, M.: Veterinärhygiene.
Vervielfält.Manuskript München 1949.
- 63) Roots, E., Veterinärhygiene.
Haupt, H. und Verlag Parey, Berlin-Hamburg 1955.
Hartwig, H.:
- 64) Schäffer: Der Frischluftstall.
Mittlg.d.DLG 67 (1952): 844.
- 65) Schlossmann, A.: Zitiert nach Nußhag (53).
- 66) Schropp, W. und Vorläufige Betrachtungen der bisherigen
Lohner, J.: Offenstallversuchsergebnisse bei Milch-
vieh auf dem Veitshof.
Zchtgskde. 29 (1957): 105.
- 67) Seltsmann, A.: Stallhygiene im Allgäu.
Diss.med.vet. München 1955.
- 68) Siebold, F. und Stallbau im Bauernbetrieb.
Prah, G.: Verlag Parey, Berlin 1938.
- 69) Steinmetz, H.: Die Offenstallung hat Zukunft.
Molkereizeitg. Hildesheim 1 (1955):
332.

- 70) Stietenroth, K.: Stallklima als Normungsaufgabe.
Berlin, Münch. Tierärztl. Wschr. 72
(1959): 92.
- 71) Stietenroth, K.: Stallklima und Stallhygiene.
Ziegel- und Bautaschenbuch Bd. 3
(1959). Bundesverband d. Dtsch.
Ziegel-Industrie e. V.
- 72) Stietenroth, K.: Bioklimatische Fragen bei Stallungen.
Ber. v. 6. Intern. Kongreß f. Technik
in der Landwirtschaft (1964).
- 73) Stumpf, A.: Spaltenbodenlaufstall mit Ruheboxen
für Rinder.
Das Bauen auf dem Lande 14 (1963):
312-315.
- 74) Süpfle, K. und Hofmann, P.: Untersuchungsmethodik und hygienische
Beurteilung der Stallluft.
Zschr. Tierzüchtung u. Züchtungsbiol.
13 (1929): 329.
- 75) Sybel, v. H. und Ober, I.: Die Klimatisierung der Viehställe.
Zchtgskde. 19 (1944): 157.
- 76) Szép, J. und Lami: Szarvasmarhahigiene.
Mezőgazdasági kiadó 1961: 41-109.
- 77) Szkorohogyko, A. K.: Higiena Szeljszkohozrisztwennyih
Zsiwothyih.
Moskau 1950: 24-144.
- 78) Traub, E.: Hygienische Untersuchungen in Tier-
ställen unter besonderer Berücksichti-
gung der Stallluft.
Zschr. f. Infekt. Krankh. 45 (1934): 1.

- 79) Weiß, F.: Stallhygienische Verhältnisse während des Sommers in Betrieben ohne Weidegang. Untersuchungen im Bezirk Fürstfeldbruck.
Diss.med.vet. München 1953.
- 80) Witzel, S.A.: Dairy barn research project 1941-51.
Reprints from Agricultural Engineering and Journal of Dairy Science.
- 81) Zorn, W.: Stallverbesserung und Stallneubau.
Verlag Ulmer, Stuttgart 1953.
- 82) Zorn, W. und Ober, I.: Der Rindviehstall.
Verlag Ulmer, Stuttgart 1950.

Am Ende meiner Arbeit möchte ich
Herrn Professor Dr. J. Kalich für
die freundliche Überlassung des
Themas und sein stets hilfsbereites
Entgegenkommen danken.

LEBENS LAUF

Am 9.5.1925 wurde ich, Sohn des Kreisnotars I r n á k O s s k ó und seiner Ehefrau Therese, geb. Wagner in Hegyfalú/Ungarn, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Hegyfalú trat ich 1935 in das Realgymnasium in Szombathely ein, von welchem ich 1940 an die Militärschule in Sopron überwechselte.

1943 bestand ich dort die Reifeprüfung.

Nach der Flucht aus Ungarn 1956 begann ich im Sommersemester 1957 das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und legte dort 1962 die Tierärztliche Prüfung ab.

Nach Ableistung der Praktikantenzeit und kürzerer Tätigkeit als Assistent habe ich mich in Velburg/Oberpfalz als praktischer Tierarzt niedergelassen.

